

UNIVERZITA KARLOVA

Filozofická fakulta

Ústav translatologie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Andrea Lerchová

Komentovaný překlad: Faszination Astronomie. Ein topaktueller Einstieg für alle naturwissenschaftlich Interessierten. Arnold Hanslmeier. Vybrané kapitoly.

Annotated translation: Faszination Astronomie. Ein topaktueller Einstieg für alle naturwissenschaftlich Interessierten. By Arnold Hanslmeier. Selected chapters.

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Věře Kloudové, Ph.D. za čas, který mi věnovala během konzultací, za její trpělivost, vstřícnost a za cenné komentáře, rady a připomínky k práci. Děkuji též Jindřišce Majorové ze Štefánikovy hvězdárny za její odborné rady v oblasti astronomie. Dík patří rovněž mé rodině, která mě při vzniku práce podporovala.

Zadání

Zadaný text přeložte do češtiny a svůj překlad doplňte překladatelským komentářem v rozsahu min. 20 normostran. V komentáři nejprve celkově charakterizujte výchozí text: uveďte, s jakým cílem byl text napsán a jaké stylistické postupy autorka volí k dosažení svého záměru. Dále popište, na jaké problémy jste v překladu narazila, a zdůvodněte použité překladatelské postupy a nezbytné posuny, které jste v překladu provedla na úrovni lexika, syntaxe a především v rovině stylistické. Postupujte přitom od celkové koncepce svého překladu k dílčím řešením. Komentář opatřete bibliografickým soupisem použitých primárních i sekundárních zdrojů, včetně internetových. Kromě dodržení formálních náležitostí stanovených Pravidly pro organizaci studia FF UK (Čl. 19) připojte ke každému vázanému exempláři práce vždy dvě kopie výchozího textu: jednu napevno svázanou s ostatními listy a druhou volně vloženou.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, že jsem řádně citovala všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 14. května 2018

.....

Andrea Lerchová

Abstrakt

Předmětem této bakalářské práce je překlad vybraných částí z publikace *Faszination Astronomie* od rakouského fyzika a astronoma Arnolda Hanslmeiera a jeho komentář. Zmíněná publikace se věnuje oblasti astronomie, překládané části pojednávají o trpasličích planetách, malých tělesech sluneční soustavy a životu ve vesmíru. Cílem práce bylo vytvořit funkčně ekvivalentní cílový text. Komentář se skládá z analýzy výchozího textu podle modelu Christiane Nordové. Dále je v něm uvedena překladatelská metoda a také typologie vybraných překladatelských problémů a posunů včetně názorných příkladů.

Klíčová slova

Překlad, překladatelská analýza, překladatelská metoda, překladatelský problém, překladatelský posun, astronomie, trpasličí planety, malá tělesa sluneční soustavy, život ve vesmíru.

Abstract

This thesis consists of a translation of selected parts from the book *Faszination Astronomie* written by the Austrian physicist and astronomer Arnold Hanslmeier and a commentary of the translation. The subject of the book is astronomy. The translated parts deal with dwarf planets, small Solar System bodies and life in the universe. The aim of this thesis was to create a functionally equivalent translation. The commentary contains a translation analysis of the source text based on the model of Christiane Nord, followed by a translation method, a typology of selected translation problems and translation shifts with demonstrative examples.

Key words

Translation, translation analysis, translation method, translation problem, translation shift, astronomy, dwarf planets, small Solar System bodies, life in the universe.

Obsah

1	Úvod	8
2	Překlad	9
3	Komentář překladu	37
3.1	Překladačská analýza originálu	37
3.1.1	Vnětextové faktory.....	37
3.1.1.1	Autor	37
3.1.1.2	Intence autora	37
3.1.1.3	Příjemce	39
3.1.1.4	Médium	39
3.1.1.5	Místo	39
3.1.1.6	Čas	40
3.1.1.7	Důvod vzniku textu.....	40
3.1.1.8	Funkce textu.....	40
3.1.2	Vnitrotextové faktory	41
3.1.2.1	Téma.....	41
3.1.2.2	Obsah	42
3.1.2.3	Presupozice	42
3.1.2.4	Výstavba textu.....	43
3.1.2.5	Neverbální prvky	44
3.1.2.6	Lexikum	44
3.1.2.7	Syntax.....	45
3.1.2.8	Suprasegmentální prvky.....	45
3.2	Překladačská metoda.....	47
3.3	Typologie vybraných překladačských problémů a jejich řešení	49
3.3.1	Rovina lexikální.....	49
3.3.1.1	Termíny a neaterminologizované výrazy či formulace, které s danou problematikou úzce souvisí	49
3.3.1.2	Anglické výrazy	51
3.3.1.3	Názvy	52
3.3.1.4	Zkratky.....	53
3.3.1.5	Kompozita	53
3.3.2	Morfologická rovina	55
3.3.2.1	Skloňování nebeských těles s dubletními koncovkami	55
3.3.2.2	Pasivum	55
3.3.2.3	Konstrukce se zájmenem „man“	58
3.3.2.4	Náhrada singuláru plurálem a naopak	59

3.3.2.5	Vid	60
3.3.3	Syntaktická rovina	61
3.3.3.1	Slovosled a aktuální členění větné	61
3.3.3.2	Změna pořadí vět v souvětí	61
3.3.3.3	Dělení souvětí na kratší celky a naopak	62
3.3.4	Pragmatická rovina	63
3.3.4.1	Vynechané pasáže	63
3.3.4.2	Věcná správnost	63
3.3.4.3	Popisky obrázků	64
3.3.4.4	Formální úpravy	64
3.4	Překladatelské posuny	65
4	Závěr	68
	Bibliografie	69
	Příloha – výchozí text	72

1 Úvod

Předmětem této bakalářské práce je překlad a jeho odborný komentář. Jako výchozí text jsem si pro svůj překlad zvolila část publikace *Faszination Astronomie* od rakouského fyzika a astronoma Arnolda Hanslmeiera. Konkrétně budu překládat tři podkapitoly ze čtvrté kapitoly a celou devátou kapitolu této knihy. V první z překládaných kapitol autor příjemce seznamuje s trpasličími planetami a malými tělesy sluneční soustavy, z té jsem vybrala podkapitoly o páscech planetek, kometách a trpasličích planetách. Druhá překládaná kapitola se týká života ve vesmíru. Autor v ní líčí, co život vlastně je a popisuje vznik života na Zemi. V dalších podkapitolách se věnuje různým typům obyvatelných zón a také hledání exoplanet. Nakonec se pokouší odpovědět na otázku, zda jsme ve vesmíru sami.

Výchozí text jsem si vybrala na základě svých osobních preferencí. Jelikož se již od dětství zajímám o astronomii, snažila jsem se pro svůj překlad vyhledat text s touto tematikou. V popředí mého zájmu stojí především pátrání po životě ve vesmíru. Klíčovou roli při výběru výchozího textu tedy hrála zejména druhá z překládaných kapitol. První z překládaných kapitol mě oslovila zejména z toho důvodu, že se v ní pojednává o méně známých tělesech naší sluneční soustavy. Podkapitoly, které budu překládat, ve výchozím textu sice nenásledují bezprostředně za sebou, avšak jevy, o kterých se v nich pojednává, mě zaujaly svou specifičností (dráha letu, četnost, velikost). Vzhledem k tematice by mohl překlad výchozího textu být publikován například jako příloha odborně zaměřeného periodika.

Jak již bylo zmíněno, tvoří druhou část této práce komentář překladu. V komentáři se nejprve budu zabývat analýzou výchozího textu podle modelu Christiane Nordové. Dále nastíním překladatelskou metodu, z níž budu vycházet při řešení překladatelských problémů. Uvedu rovněž vybrané překladatelské problémy a jejich řešení. V závěru práce zmíním posuny, k nimž dojde při překladu.

2 Překlad

1 Trpasličí planety a malá tělesa sluneční soustavy

2

3 Obsah

4

5 1.1 Pásky planetek ve sluneční soustavě.....1

6 1.2 Komety.....2

7 1.3 Trpasličí planety.....5

8

9 V této pasáži probereme nejprve nově definovanou třídu trpasličích planet, následně se budeme
10 zabývat kometami.

11 Po přečtení této kapitoly budete mít jasno v následujících otázkách:

12

- 13 • proč existují pásky planetek;
- 14 • co jsou to komety.

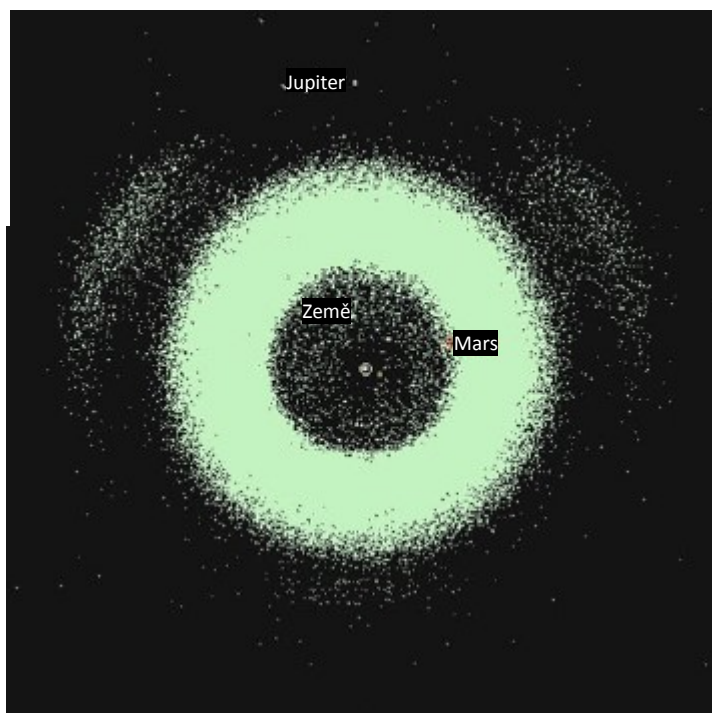
15

16 1.1 Pásky planetek v naší sluneční soustavě

17

18 Planetky nebo asteroidy nejsou ve sluneční soustavě rovnoměrně rozmístěny, nýbrž se shlukují
19 hlavně v takzvaných pásích.

Obr. 1.1 Pás planetek mezi Marsem a Jupiterem. Creative commons; Rivi; cc-by-sa 3.0.



20

1.1.1 Hlavní pás planetek

Ve starších knihách se pod pojmem pás planetek vždy rozumí oblast mezi Marsem a Jupiterem, v níž bylo nejprve objeveno nejvíce planetek. O novoroční noci roku 1800 objevil astronom Piazzzi těleso Ceres mezi Marsem a Jupiterem. Protože se mezi oběžnými drahami Marsu a Jupiteru zdá být mezera, předpokládalo se již delší dobu, že se v té oblasti vyskytují tělesa.

Exkurz

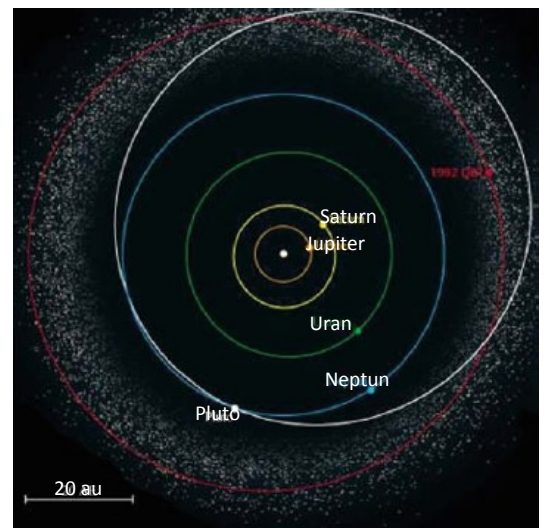
Vzdálenosti planet od Slunce lze vyjádřit jednoduchým vztahem (Titiova-Bodeova řada): (1.1)

$$a = 0,4 + 0,3 \times 2^n.$$

Dosadíme-li $n = -\infty, 0, 1, 2, 3, \dots$, získáme přibližné vzdálenosti jednotlivých planet od Slunce. Když dosadíme $n = 3$, neodpovídá výsledek žádné z planet. V této vzdálenosti se ale nachází hlavní pás planetek.

Kolik těles se v hlavním pásu planetek nachází, nevíme, ale určitě několik statisíců. Cesta kosmickou lodí od Marsu k Jupiteru by ale i přes přítomnost mnoha asteroidů byla poměrně bezpečná, protože pravděpodobnost srážky s asteroidem je minimální, důvodem je velká prostorová rozloha pásu. Pás planetek mezi Marsem a Jupiterem je znázorněn na obrázku 1.1.

Obr. 1.2 Kuiperův pás a dráhy Neptunu a trpasličí planety Pluto. Zdroj: MPIA.



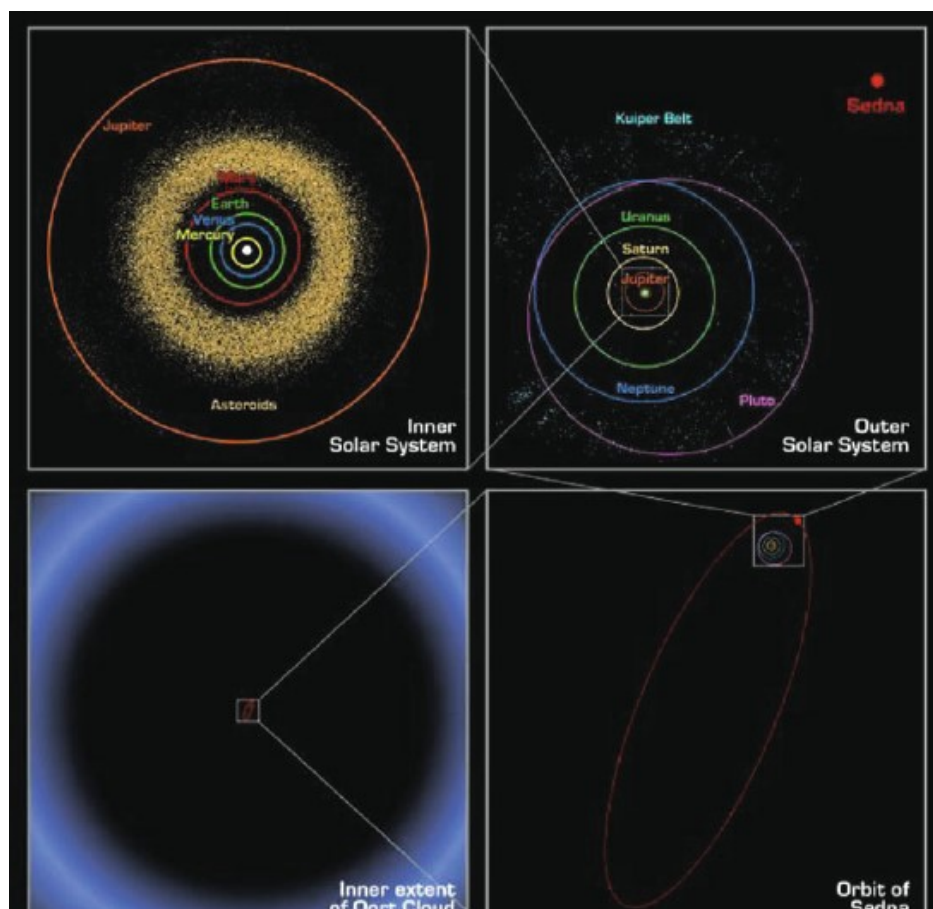
1.1.2 Kuiperův pás

Za oběžnou drahou Neptunu se nachází tělesa Kuiperova pásu. Existenci tohoto pásu těles předpokládal již v roce 1951 astronom Kuiper (1905–1973). Prvním objeveným tělesem pásu bylo roku 1992 QB1, které má průměr přibližně jen 200 km. Tělesa Kuiperova pásu jsou kvůli větší vzdálenosti ještě méně známá než objekty hlavního pásu planetek. Vědci se domnívají, že se v pásu mezi 30 a 50 au nachází celkem asi 100 000 těles o průměru větším než 100 km.

Objekty Kuiperova pásu (obr. 1.2) se stejně jako tělesa hlavního pásu planetek velmi silně koncentrují v rovině ekliptiky. K objektům Kuiperova pásu patří mnoho trpasličích planet. Nejznámější z nich je Pluto, který je společně s dalšími tělesy vedený jako velký objekt Kuiperova pásu. Skupina kentaurů zahrnuje přibližně 300 těles, která vlivem gravitace Neptunu putovala blíže ke středu sluneční soustavy. Některá kříží dráhy Neptunu, Saturnu nebo Jupiteru, takže se během následujících milionů let s těmito planetami srazí.

1.1.3 Oortův oblak

Analyzujeme-li dráhy komet, vypadá to, jako by přilétaly ze všech směrů. Proto se Oort



Obr. 1.3 Oortův oblak komet, který obklopuje sluneční soustavu. NASA/JPL-Caltech/r. Hurt.

58 (1900–1993) domníval, že by komety mohly pocházet z oblaku obklopujícího sluneční
59 soustavu, který dnes nazýváme Oortův oblak. V oblaku by se mohlo vyskytovat několik miliard
60 komet. Jak vypadá prostorové rozložení oblaku komet, je vidět na obrázku 1.3. Vlevo nahoře
61 je znázorněna vnitřní sluneční soustava včetně dráhy Jupiteru s hlavním pásem asteroidů mezi
62 oběžnými drahami Marsu a Jupiteru, vpravo nahoře vidíme Kuiperův pás, vlevo dole Oortův
63 oblak a vpravo dole dráhu objektu Sedna.

64

65 → V naší sluneční soustavě jsou tři pásy planetek: hlavní pás planetek, Kuiperův pás
66 a Oortův oblak.

67

68 1.2 Komety

69

70 1.2.1 Pomoc, blíží se kometa

71

72 Komety byly odedávna považovány za tělesa, která přinášejí neštěstí. Důvod je dost
73 jednoduchý. Nedodržují herní pravidla oblohy. Znenadání se někde vynoří a zase zmizí. I jejich
74 vzhled je nezvyklý. Jeví se mlhavé a zpravidla tvoří neobyčejný, dlouhý ohon, který vždy
75 směřuje od Slunce. Podle Keplerových a Newtonových zákonů bylo dráhy planet možné přesně
76 vypočítat. V 18. století obecně panoval názor, že lze vše vypočítat, předem stanovit. Vesmír se
77 podle tehdejších názorů podobal přesnému hodinovému stroji. Tím méně proto do těchto
78 představ komety zapadaly. Ty se pohybují někde na obloze, nikoliv v rovině ekliptiky tak jako
79 ostatní planety a Měsíc.

80 Mnohokrát ztvárněný výjev narození Krista s kometou („Betlémskou hvězdou“)
81 s největší pravděpodobností nezpodobňuje kometu, nýbrž se tehdy jednalo o setkání planet
82 Jupiteru a Saturnu. Jelikož to tehdejším astronomům bylo známo, vydali se tři mudrci
83 z východu hledat Ježíška (tři králové, ve skutečnosti to byli astrologové).

84 Teleskopy lze za rok pozorovat přibližně 20 komet. Jednou za několik let je některá
85 z komet mimořádně viditelná pouhým okem.

86

87 1.2.2 Periodické komety

88

89 E. Halley (1656–1742) roku 1705 zjistil, že se při pozorování komet v letech 1531 a 1607 (kdy
90 je pozoroval Kepler) a 1682 musí jednat o tentýž objekt, a předpověděl návrat komety na rok

1759. Protože Halley zemřel již roku 1742, nezažil triumf své prognózy. Kometa pojmenovaná po něm má oběžnou dobu kolem Slunce mezi 75 a 77 lety. Slunci nejvzdálenější bod této komety se nachází dále než 35 au, což je 35násobná vzdálenost Země–Slunce. Bod, který je Slunci nejbližší, leží ve vzdálenosti 0,58 au, tedy jen o něco dále než polovina vzdálenosti Země–Slunce. Mnoho periodických komet má oběžnou dobu kratší než 20 let. Halleyovu kometu bylo možné pozorovat naposledy v letech 1985/86. Zprávy o pozorování Halleyovy komety jsou zachyceny už klínovým písmem na babylonských tabulkách.

Italský malíř Giotto di Bondone byl průletem Halleyovy komety v roce 1301 hluboce ohromen, a namaloval ji na svou slavnou fresku „Klanění tří králů“ (obr. 1.4). Od té doby bývá Betlémská hvězda znázorňována jako kometa. Příští návrat Halleyovy komety je očekáván roku 2061.

Existuje mnoho komet, jejichž od Slunce nejvzdálenější bod, afélium, se nachází blízko dráhy Jupiteru. Tato takzvaná Jupiterova rodina komet vzniká v důsledku vlivu Jupiteru na dráhy komet. Jupiter vychyluje komety, a tím se z komet s extrémně dlouhými oběžnými dobami kolem Slunce stávají komety krátkoperiodické. Oběžné doby a tím také periody návratů komet, v nichž se komety vracejí, se pohybují mezi pěti a jedenácti lety. I další velké planety mají rodiny komet.

1.2.3 Co jsou to komety?

Pohled na jasnou kometu v teleskopu je pro laika zklamáním, uvidí jen mlhavě svítící světlý oblak. Nejlépe se jasné komety dají pozorovat pouhým okem či dalekohledem. Komety se skládají z:

- jádra: nepravidelného tvaru, několik desítek km velkého. Sestává z horniny a ledu. Při přiblížení ke Slunci, když se kometa nachází uvnitř dráhy Marsu, se vypařují těkavé složky. Astronom Whipple (1906-2004) hovoří o „špinavé sněhové kouli“ (dirty snowball);



Obr. 1.4 Klanění tří králů, freska italského malíře Giotta, která ztvárňuje Halleyovu kometu. Capella degli Scrovegni, Padua.

- 119 • komy: vzniká z odpařujících se látek. Může dosáhnout až velikosti Země. Skládá se
120 z vody a např. CO_2 . UV zářením Slunce se molekuly vody štěpí a utváří se ohromný
121 vodíkový oblak;
- 122 • ohonu: ohony komet vždy směřují od Slunce; vědci rozlišují mezi prachovým ohonem
123 a ohonem z ionizovaného plynu.
 - 124 – Prachový ohon: působením tlaku záření směřuje od Slunce. Světlo se
125 skládá z fotonů, jež udávají impulz (= tlak).
 - 126 – Chvost z ionizovaného plynu: také se mu říká plazmový ohon. Jeví se
127 namodralý a je přímo vytlačován slunečním větrem. Sluneční vítr je
128 proud nabitých částic, které emituje Slunce.
- 129 Ohon z ionizovaného plynu je dlouhý a úzký, prachový ohon se zdá být široký a často
130 také zakřivený. Částice, které jsou dále od Slunce, se kolem něj pohybují pomaleji než
131 částice, které jsou blíže.

132

Obr. 1.5 Kometa Hale-Bopp s prachovým ohonem a ohonem z ionizovaného plynu (úzkým a podlouhlým), zachyceno v březnu roku 1997 na Istrijském poloostrově. Wikimedia Commons; Philipp Salzgeber; cc-by-sa 2.0.



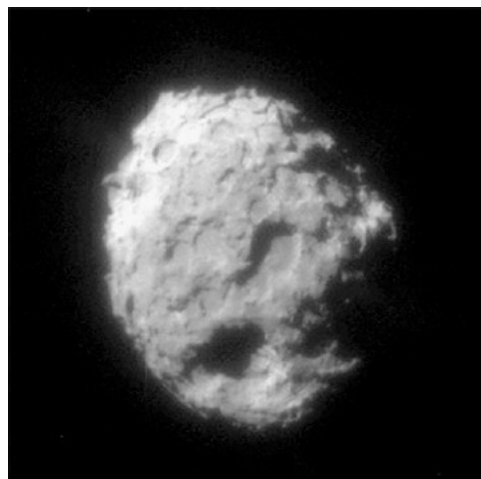
133

134

135 V roce 1997 se po několik měsíců dala pouhým okem pozorovat kometa Hale-Bopp (obr. 1.5).
136 Průměr jejího jádra činí 50 km, je tedy třikrát větší než Halleyova kometa. Jeden amatérský
137 astronom se domníval, že na fotografii v blízkosti komety viděl neznámou hvězdu. To pohnulo
138 členy sekty *Heavens Gate* (Nebeská brána) ke spáchání společné sebevraždy.

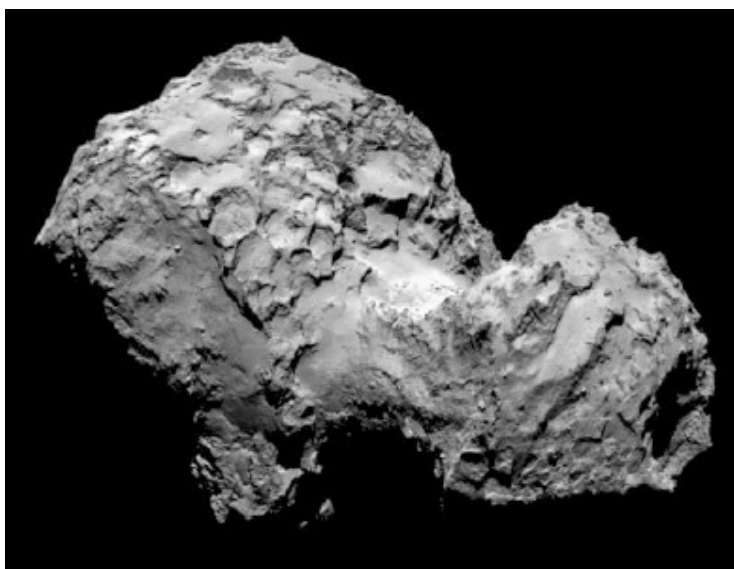
139 Kometu Wild 2 prozkoumala v roce 2004 vesmírná sonda Stardust a dopravila na Zemi
140 vzorky z komy této komety (obr. 1.6). Jádro komety měří jen 5 km. Průměrná hustota je velmi
141 malá: $0,5 \text{ g/cm}^3$.

Obr. 1.6 Jádro komety Wild 2. NASA.

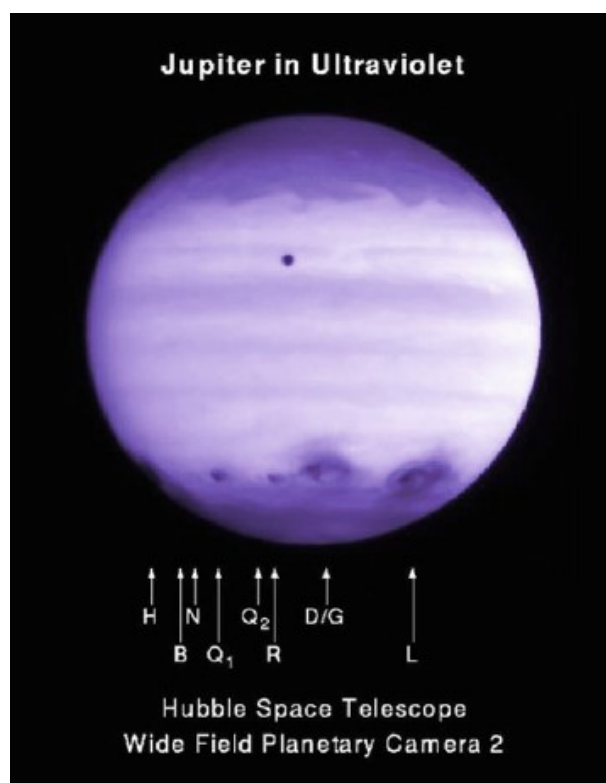


142 Mise Rosetta byla zahájena v březnu roku 2005. Poté, co sonda proletěla okolo asteroidů
143 Šteins a Lutetia, byla uvedena do spánkového režimu, všechny systémy byly přepnuty na
144 pohotovostní režim. V lednu 2014 byla sonda probuzena a v srpnu 2014 se stala umělou družicí
145 komety Churyumov-Gerasimenko. Vrcholem této mise bylo úspěšné přistání modulu Philae na
146 povrchu komety 12. listopadu 2014. Modul bohužel nedoschl vodorovně, jak bylo v plánu,
147 proto zásobování energií ze solárních článků nedostačovalo na delší rádiový kontakt. Mise byla
148 řízena z Evropského střediska kosmických operací ESOC v německém Darmstadtu, přenos
149 komunikačních signálů však kvůli vzdálenosti sondy činil 30 minut. Obrázek 1.7 znázorňuje
150 zcela nepravidelně formovanou kometu.

Obr. 1.7 Kometa Churyumov-Gerasimenko. NASA/ESA.



Obr. 1.8 Dopad komety Shoemaker-Levy na Jupiter. Okrouhlá skvrna v horní části je stín Jupiterova měsíce. Snímek byl pořízen v UV světle. Hubbleův teleskop.



151 1.2.4 Dopady komet

152

153 Komety ztrácejí během procesů, při nichž se uvolňuje plyn, hmotnost. Nedá se přesně říci kolik,
154 a to ztěžuje předběžné výpočty drah komet. Po několika desítkách oběhů mohou ztratit většinu
155 svých těkavých složek, pak se kolem Slunce pohybují jako „normální“ asteroidy.

156 Pokud se komety ocitnou v blízkosti nějaké planety, mohou být i rozdrobeny, tzn. že se
157 rozpadnou vlivem slapových sil. To se stalo kometě Shoemaker Levy. V Roce 1992 minula
158 kometa Jupiter uvnitř Rocheovy meze. V tomto prostoru se tělesa vlivem slapových sil
159 rozpadají. Kometa Shoemaker Levy se rozpadla na 21 úlomků o průměru mezi 500 a 1000 m.
160 Ty se seřadily do několik milionů kilometrů dlouhé řady. Mezi 16. a 22. červencem 1994 se
161 fragmenty komety srazily s Jupiterem. Vnořily se do atmosféry Jupiteru s rychlostí 60 km/s.
162 Výbušná síla, která přitom vznikla, odpovídala přibližně 50 milionům bomb podobných té,
163 která byla použita při bombardování Hirošimy (ta měla výbušnou sílu 13 kT TNT). Dopady
164 komet zanechaly na Jupiteru až 12 000 km velké tmavé skvrny, které bylo možné pozorovat po
165 několik měsíců (obr. 1.8).

166

167 1.2.5 Kde se berou komety?

168

169 Komety pocházejí z Oortova oblaku, který obklopuje naši sluneční soustavu. Vlivem
170 náhodných poruch se dostávají do vnitřní sluneční soustavy. Tam je mohou z jejich drah
171 odklonit velké planety, tak se z dlouhoperiodických komet stávají komety krátkoperiodické.
172 Zkoumání komet je obzvlášť zajímavé, protože se jedná o nezměněný materiál z rané fáze
173 vzniku sluneční soustavy. Je také možné, že se vlivem dopadů komet na Zemi dostala většina
174 vody. Většinu komet vědci objevili slunečním satelitem SOHO. Jím lze pozorovat komety, které
175 se dostanou příliš blízko Slunci, jimž se říká „sungrazer“.

176

177 → Komety pocházejí z Oortova oblaku a vlivem poruch se dostávají do vnitřní sluneční
178 soustavy, kam je jejich dráha odkloněna vlivem velkých planet. Z několika málo km
179 velkého jádra komety unikají při přiblížení ke Slunci plyny, a vytvářejí neobyčejný ohon
180 komety.

181

182 1.3 Trpasličí planety

183

184 Od roku 2006 jsou takto klasifikovány objekty sluneční soustavy, které jsou podobné Plutu.
185 Jejich hmotnost nestačí k tomu, aby byly dokonale kulovité, a na rozdíl od ostatních planet své
186 oběžné dráhy ještě zcela nevyčistily.

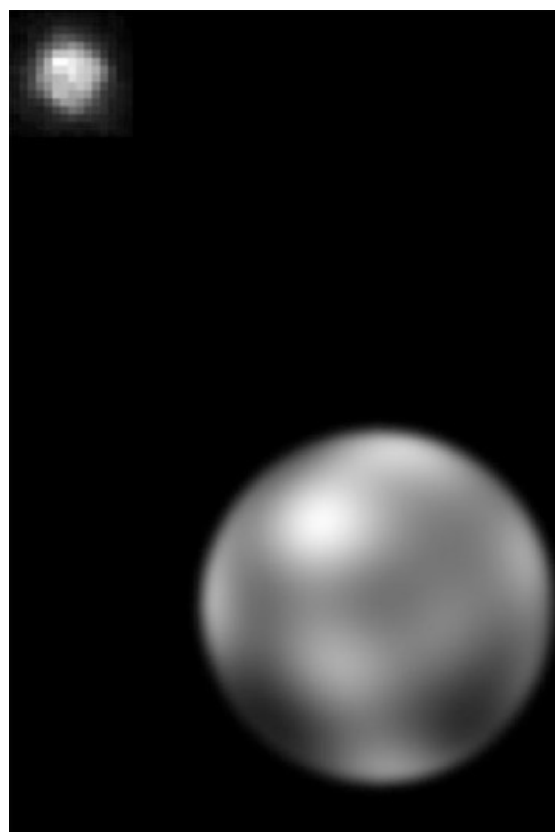
187

188 1.3.1 Pluto

189

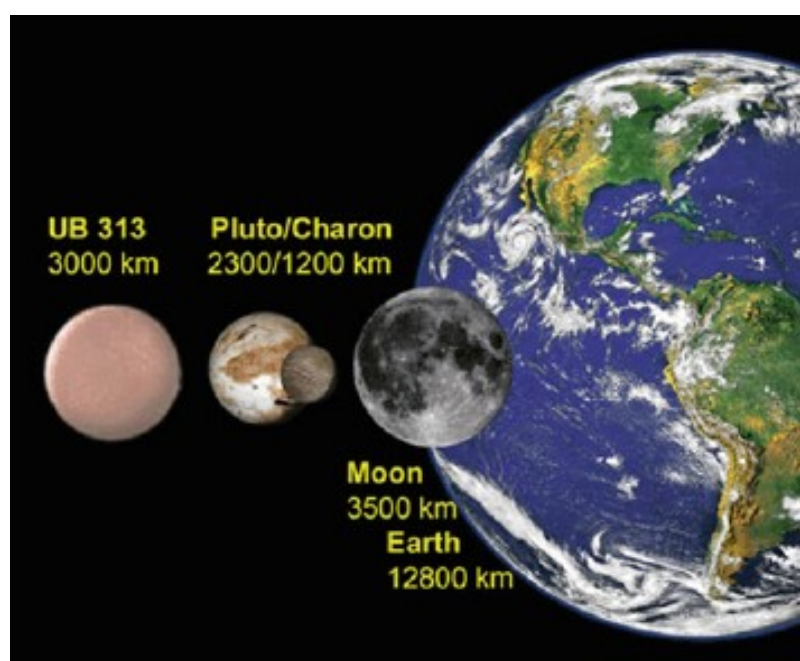
190 V únoru roku 1930 tento objekt objevil astronom Tombaugh. Pluto (obr. 1.9) je velmi podobný
191 Neptunovu měsíci Tritonu. Jeho dráha kolem Slunce je silně eliptická, proto je jeho vzdálenost
192 od Slunce mezi 4,4 a 7,3 miliardami km. Do února 1999 se dokonce nacházel uvnitř dráhy
193 Neptunu. K jednomu oběhu kolem Slunce Pluto potřebuje 248 let. Protože jsou gravitační
194 poruchy, kterými Pluto ovlivňuje Neptun, velmi malé, dlouho vědcům nebyla známa jeho
195 přesná hmotnost. V roce 1978 byl objeven měsíc Pluta, Charon. Zatímco průměr Pluta měří
196 o něco více než 2 000 km, a je tím pádem menší než náš Měsíc (srov. obr. 1.10), je Charon jen
197 poloviční. To je však v poměru k velikosti Pluta opravdu hodně, proto mluví vědci raději
198 o trpasličí dvojplanetě. Později vědci objevili ještě další čtyři malé měsíčky. Charon se
199 pohybuje retrográdně okolo Pluta a Pluto rotuje také retrográdně. V roce 2015 sonda New

Obr. 1.9 Trpasličí planeta Pluto se svým největším měsícem Charonem. Snímek: Hubbleův teleskop.



200 Horizons systém Pluta poprvé prozkoumala přesněji.
 201 Stejně jako měsíc Neptunu, Triton, je i Pluto objektem Kuiperova pásu.
 202 Na obrázku 1.11 vidíme snímek měsíce Charonu vyfocený vesmírnou sondou New
 203 Horizons. Protože se povrch zdá být poměrně hladký, mohl by být také mladý. Celkem známe
 204 5 měsíců Pluta.
 205 Takzvané srdce Pluta můžeme pozorovat na obrázku 1.12. Tento útvar je přibližně
 206 1 600 km velký. Fotografie byla pořízena v červenci roku 2015 ze vzdálenosti asi 760 000 km.
 207 Z několika málo rozeznatelných struktur se dá vyvodit, že na Plutu dochází ke geologické
 208 aktivitě.

Obr. 1.10 Poměr velikosti
 dvou trpasličích planet vůči
 Měsíci a Zemi.



209

210 1.3.2 Další trpasličí planety

211

212 V roce 1801 objevená Ceres v pásu asteroidů mezi Marsem a Jupiterem je nyní také vedena
 213 jako trpasličí planeta. Dalšími trpasličími planetami jsou objekty Sedna (~ 1 400 km, silně
 214 excentrická dráha, vzdálenost v perihéliu 76 au, vzdálenost v aféliu 900 au, doba oběhu kolem
 215 Slunce 10 787 let, silně načervenalá barva), Quaoar (~ 1 250 km, velká poloosa 43,5 au,
 216 8metrovým teleskopem Subaru byl v roce 2004 na jeho povrchu potvrzen krystalický vodní led,
 217 nepřímý důkaz pro přítomnost teplých pramenů způsobených radioaktivitou), Eris (říká se jí
 218 také Xena, je větší než Pluto, průměr 2 400 km, vzdálenost v perihéliu 37,8 au, vzdálenost
 219 v aféliu 97,5 au).



220

221

Obr. 1.11 Měsíc Pluta, Charon má poměrně hladký, mladý povrch. NASA/New Horizons.



222

223

Obr. 1.12 Srdce Pluta. NASA/New Horizons.

224

→

225

226

Pluto a další objekty řadíme mezi trpasličí planety, jejichž počet se vzhledem k novým pozorováním stále zvyšuje.

227 **Je ve vesmíru život?**

228

229 **Obsah**

230

231 2.1 Co je to život?7

232 2.2 Obyvatelné zóny10

233 2.3 Jak lze najít exoplanety?12

234 2.4 Jsme ve vesmíru sami?13

235 2.5 Historie vesmíru v jednom dni16

236

237 V této kapitole popisujeme jednu z nejdůležitějších a nejnapínavějších otázek současného
 238 astronomického bádání, pátrání po životě ve vesmíru. Odpověď na otázku, zda jsme ve vesmíru
 239 sami, nebo jestli existují jiné civilizace, a pokud, kolik, by zahrnovala velké filozoficko-etické
 240 aspekty. Nejprve se pokusíme zodpovědět, co život vlastně je a čím se charakterizuje, poté
 241 pohovoříme o obyvatelných zónách a také o možnostech vzniku života na Zemi a dalších
 242 nebeských tělesech v naší sluneční soustavě. Následně se budeme věnovat takzvaným
 243 exoplanetám neboli planetám mimo naši sluneční soustavu. Nakonec vysvětlíme ještě možnosti
 244 navázání kontaktu, popř. komunikace.

245 Po přečtení této kapitoly budete mít jasno v otázkách,

246

- 247 • zda naše planetární soustava představuje výjimku, nebo se planetární soustavy okolo
- 248 hvězd vyskytují často;
- 249 • zda můžeme navázat kontakt s mimozemskou inteligencí;
- 250 • jak lze najít exoplanety;
- 251 • zda se v dohledné době uskuteční přímý styk s mimozemskou inteligencí.

252 2.1 Co je to život?

253 2.1.1 Definice života

254

255 Na otázku, co je to život, se nedá odpovědět jednou větou. Život je charakterizován mnoha
256 aspekty:

- 257 • růstem;
- 258 • replikací, rozmnožováním;
- 259 • výměnou látkovou;
- 260 • reakcemi na podněty;
- 261 • život na Zemi je založen na výstavbě nejmenších jednotek, buněk. Existuje život
262 jednobuněčný a mnohobuněčný, u mnohobuněčných organismů převzaly určité buňky
263 specifické vlastnosti (např. u člověka nervové buňky, kožní buňky, svalové buňky atd.).

264

265 Život známe doposud na jediném nebeském tělese ve vesmíru, na Zemi. Pozemský život
266 se zakládá na dvou elementárních složkách:

267

- 268 • vodě: Tato molekula má vlastnosti důležité pro život. Má schopnost rozpouštět látky,
269 disponuje velkou tepelnou kapacitou a ve vesmíru se hojně vyskytuje. Bez vody
270 v kapalném skupenství je pozemský život nemyslitelný;
- 271 • sloučeninách uhlíku: Chemický prvek uhlík má schopnost vytvářet velmi různorodé
272 sloučeniny, které označujeme jako organické sloučeniny. Uhlík může navázat až čtyři
273 atomy. Např. methan, CH_4 , nebo ethan, C_2H_6 , proteiny, cukry, tuky atd. Organické
274 sloučeniny se ve vesmíru rovněž hojně vyskytují: v atmosféře Saturnova měsíce Titanu,
275 na povrchu Jupiterova měsíce Europy, na meteoritech, Marsu atd.

276

277 → Základní stavební kameny života, tak jak je známe na Zemi, voda a uhlík, se ve vesmíru
278 vyskytují velmi často, život by tedy mohl rovněž být rozšířený.

279 Přítomnost těchto látek se snažíme potvrdit při hledání života na jiných planetách. První
280 sondy, které úspěšně přistály na Marsu, byly sondy Viking. Hledaly organické sloučeniny
281 a vodu.

282

2.1.2 Vznik života na Zemi

284

285 Země je, stejně jako naše sluneční soustava, stará přibližně 4,6 miliard let. Formování Země
286 trvalo asi 500 milionů let a během rané fáze svého utváření byla bombardována různými
287 vesmírnými tělesy, a to meteoroidy, asteroidy a kometami. Možná dopadům komet z této doby
288 vděčíme za vodu na Zemi, neboť při svém utváření byla Země příliš horká, a voda, která se zde
289 vyskytovala, se vypařila. Srážkou Země s protoplanetou přibližně o velikosti Marsu vznikl i náš
290 Měsíc. Nejstarší fosilie, které na Zemi můžeme najít, jsou staré přibližně 3,5 miliardy let. Trvalo
291 tedy zhruba miliardu let, než se na naší planetě vyvinul život.

292 V letech 1952/1953 provedli Urey a Miller na Chicagské univerzitě svůj experiment.
293 Zahřáli nádobu s vodou, methanem, amoniakem a vodíkem. Tyto látky měly simulovat poměry
294 v rané zemské atmosféře. Elektrické výboje simulovaly blesky. Po týdnu obsahovala směs více
295 než deset procent organických sloučenin, tedy předpoklady pro život. Později se podařilo
296 prokázat, že obdobné sloučeniny produkuje i UV záření Slunce. Atmosféra Saturnova měsíce,
297 Titanu je velmi hustá a obsahuje tholiny, to jsou organické sloučeniny vytvořené vzájemným
298 působením slunečního světla a složek atmosféry Titanu.

299 Dnes se upřednostňuje teorie vzniku života v černých kuřácích (Black Smokers), to jsou
300 gejzírovité vývěry na mořském dně (viz obr. 2.1). Proudí z nich horké plyny, a ve studené vodě
301 se hromadí různé sloučeniny, zdá se, jako by z mořského dna vystupoval tmavý dým (proto
302 černí kuřáci). Bylo nalezeno mnoho bakterií, kterým se v takovém extrémním prostředí velmi
303 dobře daří. Označují se jako extrémofilní. Existují bakterie, které se dobře vyvíjí při vysokých
304 teplotách, takzvané termofily, nebo ve velmi slaném prostředí, tzv. acidofily.

305 Vznik života na dně oceánu nabízí také tu výhodu, že by tam život byl chráněn před UV
306 zářením Slunce. Raná zemská atmosféra ještě neobsahovala volný kyslík, a tak se nemohla
307 vytvořit ozonová vrstva, která nás před UV zářením Slunce chrání. Proto vznikl život prvotně
308 ve vodě.

309 Před 3,5 miliardami let vznikl na Zemi život. Rychle se vyvinuly organismy (např.
310 cyanobakterie), které prostřednictvím fotosyntézy odevzdaly do atmosféry volný kyslík. Ten se
311 v zemské atmosféře pomalu nahromadil. Přibližně před miliardou let vznikla tenká ozonová
312 vrstva, a škodlivé UV záření Slunce o krátké vlnové délce už nemohlo proniknout k zemskému
313 povrchu.

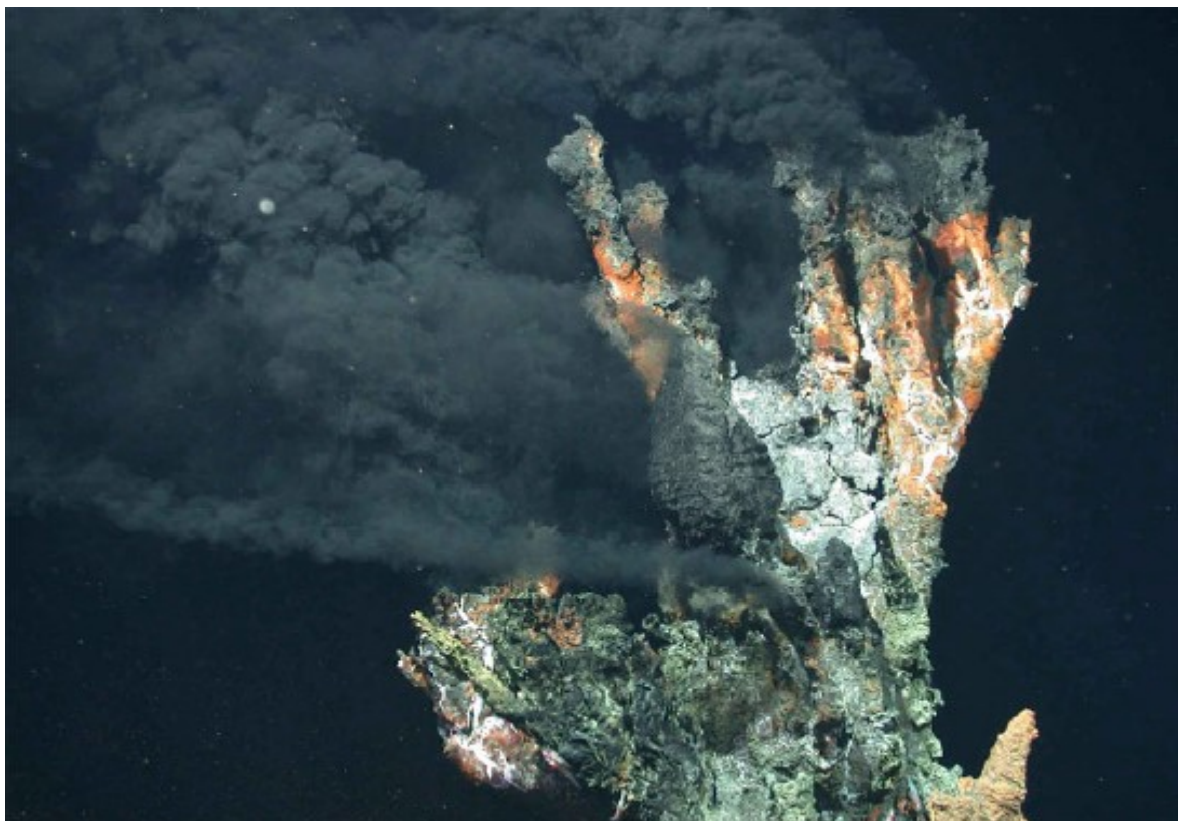
314

315 2.1.3 Ochranné štíty Země

316

317 Život velmi citlivě reaguje na ionizující záření o krátké vlnové délce, příp. na nabitě částice.
318 Škody způsobené slabým ozářením mohou postižené organismy samy napravit, jinak dochází
319 k chybám v rozmnožování nebo se může vyvinout rakovina. Na Zemi jsme před těmito vlivy
320 chráněni:

321



Obr. 2.1 Struktury z minerálních usazenin vzniklé hluboko na mořském dně únikem plynu způsobeným vulkanickou aktivitou. Výstupní teplota plynů činí 400 stupňů. Zentrum für Marine Umweltwissenschaften (Marum, Výzkumný ústav pro námořnictví a životní prostředí), Univerzita Brémy.

- 322
- atmosférou: Absorpcí (např. UV záření v ozonové vrstvě nebo rentgenové záření ve
323 vyšších vrstvách atmosféry) záření o krátké vlnové délce nám atmosféra před zářením
324 poskytuje ochranu. Některé měsíce ostatních planet sluneční soustavy možná mají pod
325 ledovou krustou oceán slané vody (např. Jupiterův měsíc Europa). Zde přebírá
326 ochrannou roli chybějící atmosféry ledová krusta;
 - magnetickým polem Země: Elektricky nabitě částice jsou odchýleny indukčními čarami
327 magnetického pole, zpravidla skrze tyto indukční čáry nemohou proniknout;
 - heliosférou: Oblast dosahu slunečního větru a magnetického pole Slunce se rozprostírá
329 přes celou sluneční soustavu a také odchyluje nabitě částice kosmického záření.
- 330

331 Vedle ochrany před ionizujícím zářením zemská atmosféra přirozeně také vyrovnává globální
332 teplotu Země. Bez přirozeného skleníkového efektu by bylo až o 30 stupňů chladněji, Země by
333 tedy byla zmrzlá planeta pokrytá ledem. Oblaky chrání před přílišným ochlazením v noci.

334

335 **2.2 Obyvatelné zóny**

336 **2.2.1 Co je to obyvatelná zóna?**

337

338 Pro nedostatek znalostí vycházíme z toho, že je život vázán na přítomnost vody v kapalném
339 skupenství. Na základě toho můžeme obyvatelnou zónu definovat jako oblast okolo tělesa
340 (hvězdy nebo obří planety), kde se voda v kapalném skupenství může vyskytovat. Je třeba mít
341 na vědomí, že je k životu potřebná také energie. Ta přichází ve většině případů od hvězdy, okolo
342 níž planeta obíhá, tedy v našem případě od Slunce. Mohla by ale vzniknout i oteplením
343 nebeského tělesa vlivem silných slapových sil jako u některých měsíců Jupiteru nebo Saturnu.

344

345 **2.2.2 Obyvatelné zóny kolem hvězd**

346

347 Představme si hvězdu o určité teplotě a položme si otázku, v jaké vzdálenosti od ní by se na
348 hypotetické planetě mohla voda vyskytovat v kapalném skupenství. Je zřejmé, že pokud by
349 teplota hvězdy byla relativně nízká, musela by se obyvatelná zóna nacházet v její těsné
350 blízkosti. Hvězdy, které jsou chladnější než naše Slunce, mají tedy obyvatelnou zónu ve své
351 relativní blízkosti. U horkých hvězd se obyvatelná zóna posouvá směrem od hvězdy. Čím je
352 hvězda chladnější, tím je její obyvatelná zóna užší, a tím méně pravděpodobný je výskyt planet
353 vhodných pro život.

354 Na obrázku [2.2](#) je načrtnuta obyvatelná zóna. Pro porovnání jsou na náčrtku také planety
355 naší sluneční soustavy. Je vidět, že se Venuše nachází příliš blízko Slunci, a Mars těsně za
356 vnějším okrajem obyvatelné zóny. Dále jsou na obrázku vidět exoplanety Gliese 581 c a Gliese
357 581 d.

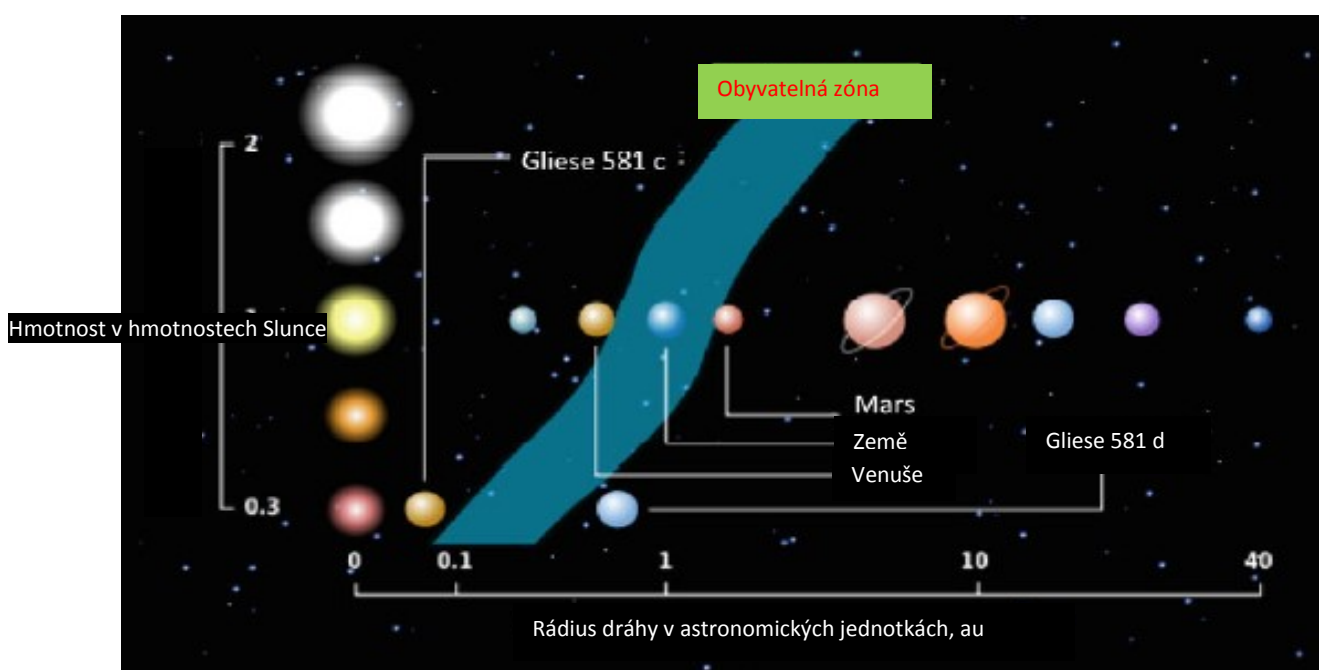
358 Hvězdy o hmotnosti 0,3 sluneční hmotnosti mají obyvatelnou zónu již v 1/10
359 vzdálenosti Země od Slunce, tedy ve vzdálenosti 15 milionů kilometrů. To je 40násobná
360 vzdálenost Měsíce od Země. Planety v takové blízkosti hvězdy jsou silně náchylné ke změnám
361 její svítivosti, erupcím atd. U hvězdy se dvěma hmotami Slunce se obyvatelná zóna posouvá
362 přibližně do vzdálenosti oběžné dráhy Jupiteru. Je ale třeba si uvědomit, že délka života hvězd
363 s přibývajícím hmotností klesá, a proto se masivní hvězdy vyvíjejí tak rychle, že nezbývá dost
364 času na vznik života.

2.2.3 Obyvatelné zóny kolem obřích planet

366

367 Vlivem silných slapových sil v blízkosti velkých planet mohou být jejich měsíce zahřívány tak,
368 že jsou neustále deformovány a rozložení hmoty se mění. V případě Jupiteru se silný vliv
369 slapových sil projevuje sopečnou činností na jeho měsíci Io (sírné vulkány) nebo přítomností
370 kapalného oceánu pod ledovou krustou na měsíci Europa a jeho dalších měsících. Slapová síla
371 tam dodává energii potřebnou pro život. Zda se v oceánu Europy život skutečně vyvinul,
372 zjistíme až díky budoucím vesmírným misím.

373



Obr. 2.3 Pohyb hvězdy kolem těžiště vlivem exoplanety. Z přesného měření radiální rychlosti plyne její hmotnost. Převzato z ESO (Evropská jižní observatoř).

2.2.4 Galaktické obyvatelné zóny

375

376 Naše Slunce, a tím pádem i naše sluneční soustava, se nachází ve vzdálenosti přibližně 30 000
377 světelných let od středu Mléčné dráhy. Vědci předpokládají, že existuje něco jako galaktická
378 obyvatelná zóna. Příliš blízko středu galaxie jsou podmínky pro vznik života nepříznivé.
379 Hustota hvězd se zvyšuje, a v důsledku poruch se objekty, které známe z Oortova oblaku, jenž
380 obklopuje naši sluneční soustavu, mohou dostat do vnitřního prostoru planetární soustavy,
381 a vlivem nárazu do planety mohou zahubit život. Pravděpodobnost četných dopadů komet je
382 tedy značně zvýšená. Hvězdy, které se nachází blízko středu galaxie, mohou explodovat,
383 a záření o krátké vlnové délce, které při výbuchu vznikne, je rovněž životu nebezpečné.

384 Pokud je vzdálenost od středu galaxie naopak příliš velká, je vznik planetárního systému
385 nejistý. Podíl prvků těžších než helium směrem od středu galaxie klesá. Bez prvků těžších než
386 helium nemohou vzniknout planety s pevným povrchem. Ve spirální galaxii tedy existuje
387 obyvatelná zóna. Eliptické galaxie z hlediska habitability sotva přicházejí v úvahu, neboť
388 obsahují jen málo prvků těžších než helium.

389

390 → Při hledání života definují vědci obyvatelné zóny. Na povrchu planet, které se nacházejí
391 uvnitř obyvatelné zóny, by se mohla vyskytovat voda v kapalném skupenství. Aby okolo
392 hvězdy vůbec mohly vzniknout planety, musí se hvězda nacházet v určité vzdálenosti od
393 středu galaxie.

394

395 **2.3 Jak lze najít exoplanety?**

396

397 V této pasáži se pojednává o hledání exoplanet. Je zajímavé, že k tomu vůbec nejsou potřeba
398 drahé teleskopy, naopak lze existenci exoplanet přinejmenším nepřímo prokázat poměrně
399 jednoduchými prostředky.

400 Vidět můžeme exoplanety pouze v opravdu výjimečných případech. Ve většině případů
401 jejich slabé záření přebije podstatně jasnější centrální hvězda, a kvůli vzdálenosti se svou
402 centrální hvězdou zdánlivě splývají.

403

404 **2.3.1 Tranzitní metoda**

405

406 Ve vzácných případech je možné pozorovat přechod tmavého kotouče Venuše či Merkuru před
407 Sluncem. Pokud se tedy ze Země promítá dráha exoplanety (tzn. planety, která se nachází mimo
408 naši sluneční soustavu) na disk centrální hvězdy, nastane přechod planety, jež můžeme změřit
409 díky velmi malému poklesu jasnosti hvězdy. Podle délky zatmění lze určit velikost hvězdy,
410 podle délky poklesu jasnosti velikost planety. Čím přesnější je měření jasnosti, tím menší
411 planety je tímto způsobem možné objevit. Nejpřesnější hodnoty lze naměřit z vesmíru.
412 U velkých planet můžeme pozorovat také jejich fáze.

413

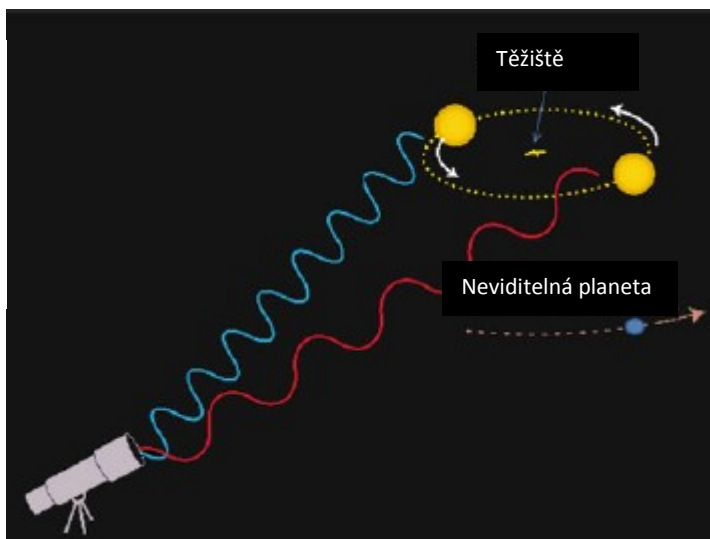
414 **2.3.2 Metoda změn radiálních rychlostí**

415

416 Na obrázku 2.3 vidíme hvězdu a její nepozorovatelnou exoplanetu, která kolem své hvězdy
417 obíhá. Obě tělesa se podle fyzikálních zákonů pohybují kolem společného těžiště. Vzdaluje-li

se od nás daná hvězda při tomto pohybu, posouvají se spektrální čáry do červené oblasti. Pokud se po své oběžné dráze pohybuje směrem k nám, posouvají se spektrální čáry do modré oblasti. Velmi přesným měřením lze tento pohyb zachytit, a podle něj se také dá odhadnout hmotnost exoplanety. Když dochází k pohybu kolem těžiště ve více periodách, nasvědčuje to existenci více exoplanet v dané planetární soustavě. U velkých exoplanet můžeme ze Země pozorovat také jejich fáze.

Obr. 2.3 Pohyb hvězdy kolem těžiště vlivem exoplanety. Z přesného měření radiální rychlosti plyne její hmotnost. Převzato z ESO (Evropská jižní observatoř).



2.3.3 Hvězdy mění svou pozici

Tato metoda je propojena s metodou změn radiálních rychlostí (viz obr. 2.3). V důsledku pohybu hvězdy kolem těžiště soustavy se její poloha na obloze periodicky drobně mění. Největší vliv na tento jev mají obří planety o velké hmotnosti, které se nachází velmi blízko hvězdy. Čím menší je poměr hmotnosti hvězdy k hmotnosti planety, tím výrazněji se úkaz projeví. Mnohé z doposud objevených exoplanet jsou objekty podobné Jupiteru, jež se nachází velmi blízko své mateřské hvězdy. Terestrické planety lze touto metodou objevit jen těžko.

Pohyb Slunce kolem vlastního těžiště (slunečního jádra) je znázorněn na obrázku 9.4. Protože je v naší sluneční soustavě osm velkých planet, je tento pohyb komplikovaný. Těžiště sluneční soustavy se tedy neustále posouvá, může se dokonce nacházet i těsně mimo Slunce.

2.3.4 Satelitní mise

V roce 2009 byla zahájena mise KEPLER. Po více než čtyři roky¹ bude ve vybraném hvězdném poli pozorováno 145 000 hvězd. Pole bylo vyhledáno tak, aby se nacházelo co možná nejdále od rušivých objektů naší sluneční soustavy (např. malých planet) a aby se zároveň jednalo

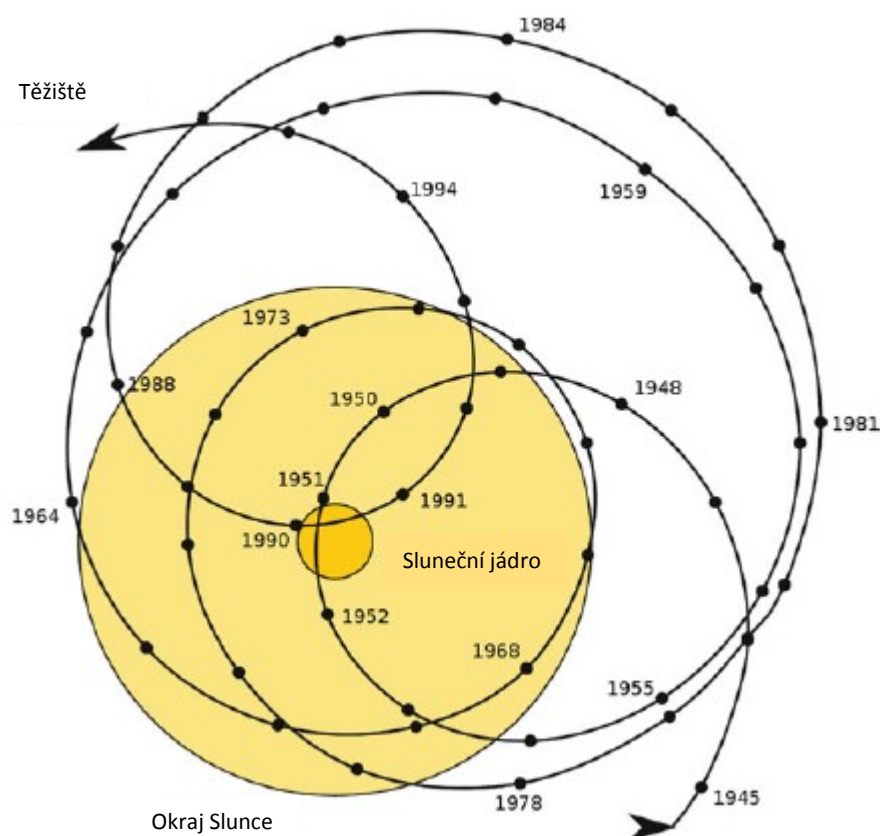
¹Pozn. překl.: Mise KEPLER byla prodloužena a nyní, v roce 2018, po 9 letech končí.

441 o oblast, v níž se vyskytuje velké množství hvězd v blízkosti Mléčné dráhy (obr. 2.5).

442 Mise GAIA (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics [Globální
443 astrometrický interferometr pro astrofyziku], obr. 2.6) byla zahájena v prosinci roku 2013.

444 Cílem této mise je změřit miliardu hvězd. Vědci doufají, že by při této misi mohli objevit
445 několik desetitisíců exoplanet.

446



Obr. 2.4 Posun těžiště slunečního jádra vyvolaný pohybem planet. *Velký žlutý kruh* znázorňuje velikost Slunce. Změněno podle P. Horzempy.

447

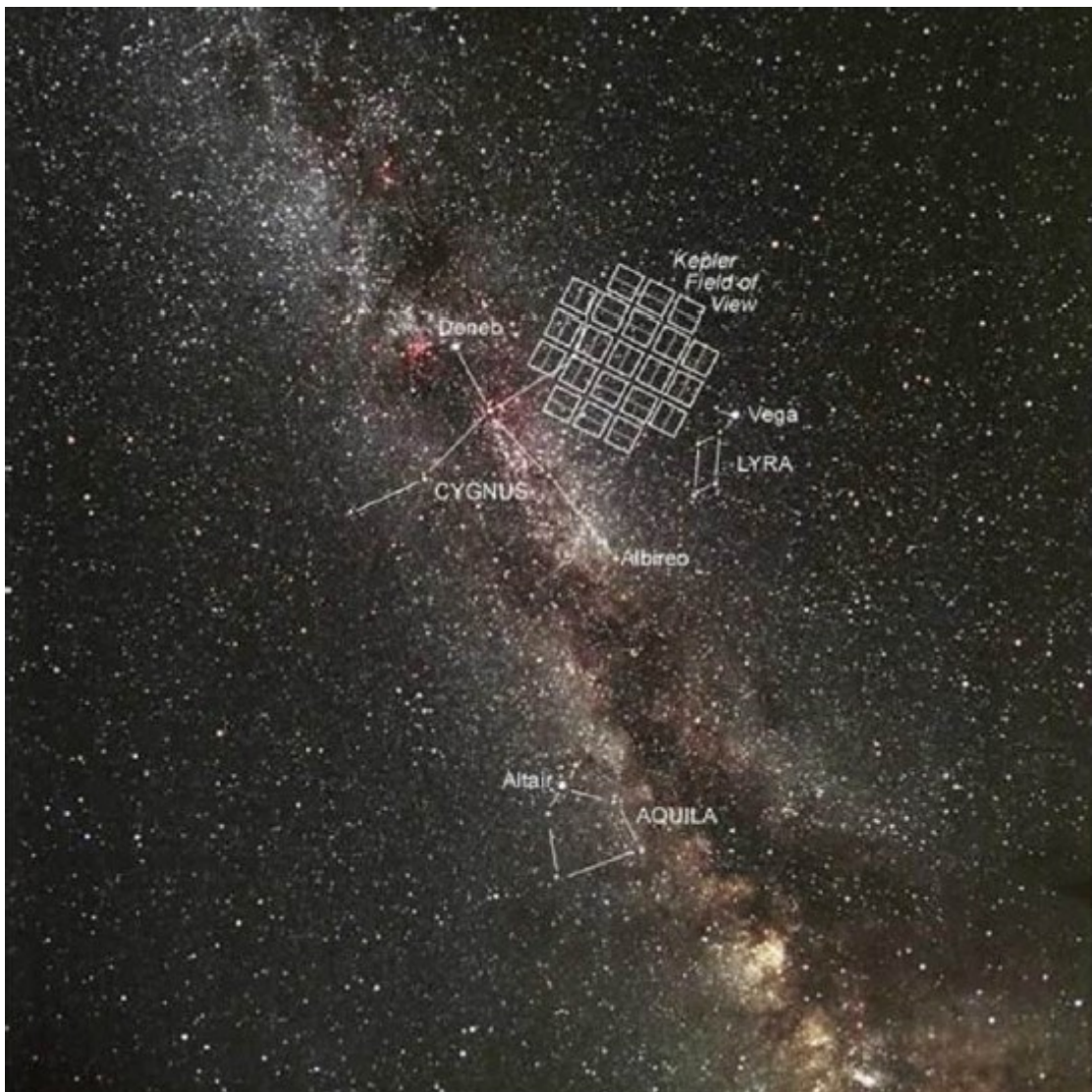
448 → Exoplanety lze najít např. pozorováním tranzitů nebo měřením radiální rychlosti. Přímé
449 pozorování je extrémně obtížné.

2.3.5 Kolik exoplanet bylo objeveno?

Počet objevených exoplanet se neustále zvyšuje. Pro orientaci uvádíme stav k 23. červenci 2015:

- objevené exoplanety: 1 879;
- planetární soustavy, v nichž existuje více než jedna planeta: 471;
- předpokládané nálezy z mise Kepler: 4 696.

Na obrázku 2.7 je uveden přehled objevených exoplanet (hmotnost) a hmotnost jejich mateřských hvězd.



Obr. 2.5 Hvězdné pole vybrané pro misi Kepler. NASA.

2.3 Jsme ve vesmíru sami?

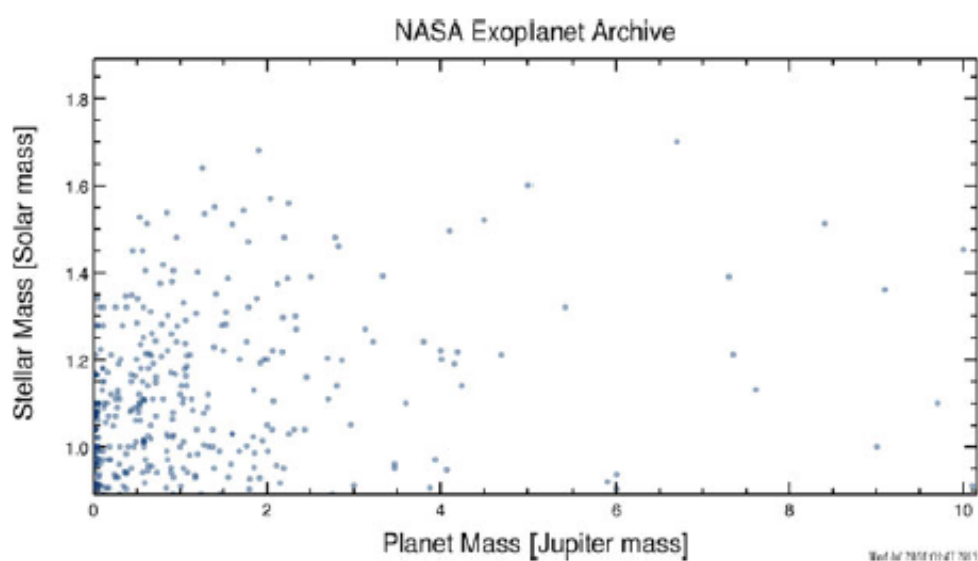
462

463 V posledních desetiletích se nám podařilo objevit exoplanety. Díky tomu se zdá, že by se brzy
464 mohla vynořit odpověď na onu palčivou otázku, zda je pravděpodobné, že život existuje i někde
465 jinde. Zda jsme ve vesmíru sami, či nikoliv, se vědci pokoušeli odhadnout ještě, než exoplanety
466 objevili.

467



Obr. 2.6 GAIA, satelit, který by měl změřit miliardu hvězd. NASA.



Obr. 2.7 Statistika exoplanet. Hmotnost v jednotkách hmotnosti Jupiteru vůči hmotnosti hvězd. NASA.

468 2.4.1 Drakeova rovnice

469

470 Frank Drake okolo roku 1960 poprvé použil radioteleskop se záměrem zachytit projevy
471 mimozemských civilizací. Sestavil rovnici, díky které je možné odhadnout, kolik by v naší
472 galaxii, případně ve vesmíru mohlo být civilizací, které jsou přibližně stejně vyspělé jako ta
473 naše. Zmíněná rovnice zní:

474

$$475 N = S f_p n_{pm} f_i f_c L \quad (2.1)$$

476

477 Jednotlivé veličiny znamenají:

478

479 N Počet civilizací, které jsou stejně technicky vyspělé jako naše nebo vyspělejší.

480 S Celkový počet hvězd v Mléčné dráze. Tato cifra se dá snadno dosadit: několik miliard.

481 f_p Podíl hvězd, které mají planetární systém. Počet těchto hvězd je stále ještě nejistý,
482 dosazuje se však hodnota mezi 0,5 a 1. Hodnota $f_p = 1$ by znamenala, že každá hvězda
483 má svoji planetární soustavu.

484 n_{pm} Počet planet (a měsíců), které se nacházejí v obyvatelné zóně, a na nichž by se tedy mohl
485 vyskytovat život. V naší sluneční soustavě existuje > 1 kandidát, dosadíme tedy
486 optimisticky hodnotu mezi 0,1 a 2.

487 f_i Počet těles v soustavě, na kterých se život skutečně vyvinul. Většina biochemiků
488 vychází z toho, že se při správných podmínkách život vyvine vždy. Dosazuje se hodnota
489 mezi 0,01 a 1.

490 f_c Počet planet, na nichž se vyvinula technicky vyspělá civilizace. Na Zemi trvalo čtyři
491 miliardy let, než se vyspělá civilizace vyvinula, tedy téměř polovinu celkové délky
492 života Slunce. Často se dosazuje hodnota $f_c = 1$.

493 L Udává pravděpodobnost, s jakou (výše) zmíněná civilizace ještě stále existuje. Na Zemi
494 máme technicky vyspělou civilizaci přibližně 100 let. Dosadíme-li $L = 10^{-7}$, znamená
495 to, že by daná civilizace mohla vydržet 1 000 let. Mohli bychom ale také
496 dosadit $L = 10^2$, což by znamenalo, že by tato civilizace přežila 100 milionů let.

497

498 Klidně teď budme pesimističtí. Dosadíme-li do Drakeovy rovnice ty nejnižší hodnoty,
499 jsme pravděpodobně jedinou civilizací v Mléčné dráze. To znamená, že by komunikace
500 s ostatními civilizacemi nebyla možná. Přesto by vesmír byl plný života. Existují stovky miliard
501 galaxií, což by znamenalo miliardy civilizací. A to i kdyby měla ze 100 galaxií jen jedna

502 planetu, na níž se vyvinula technicky vyspělá civilizace.

503 V nejvýhodnějším případě by jen v naší Galaxii mohlo existovat několik desítek milionů
504 civilizací.

505

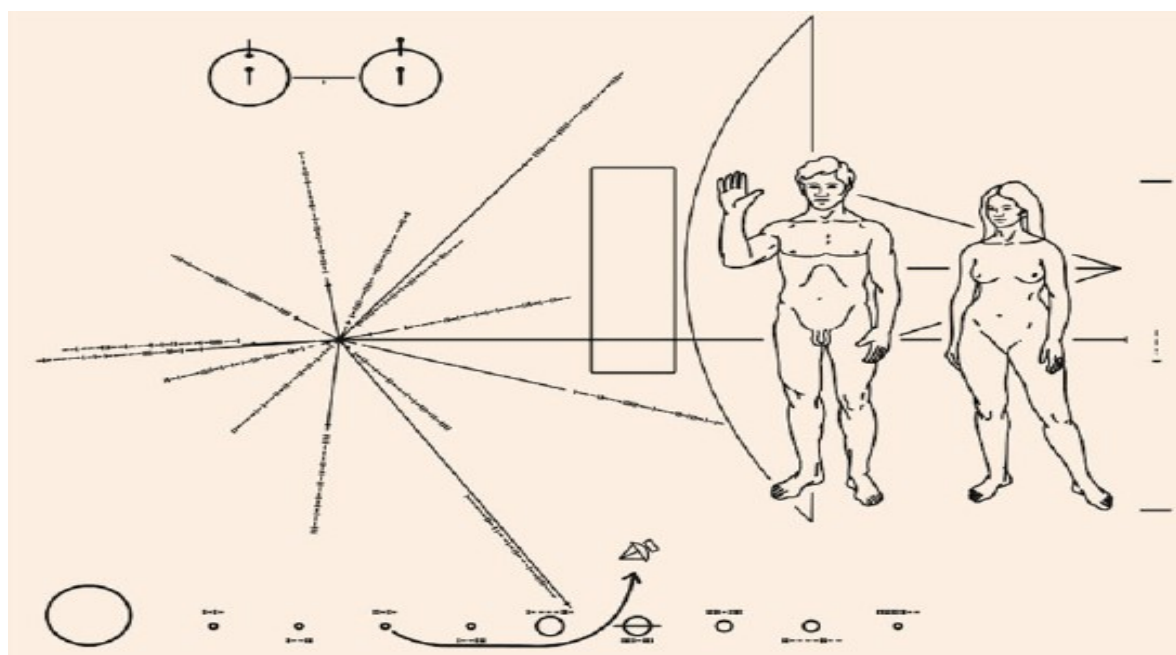
506 → Dokonce i za velmi pesimistických předpokladů by ve vesmíru mělo existovat několik
507 miliard technicky vyspělých civilizací.

508

509 2.4.2 SETI a další projekty

510

511 SETI znamená Search for Extraterrestrial Intelligence (Hledání mimozemské inteligence). Je
512 to pokus o zachycení rádiových signálů, které by vyslaly technicky vyspělé mimozemské
513 civilizace. Ale na jakých frekvencích bychom signály měli zkoušet zachytit? Vědci
514 předpokládají, že vhodné jsou speciální frekvence, jako např. vodíková čára o délce 21 cm
515 pocházející z vodíku z mezihvězdného prostoru. Tuto čáru by ale musela znát i potenciální
516 inteligentní civilizace. Na projektu SETI je výjimečné, že ho finančně nepodporuje stát, ale
517 soukromí dárci a také mnoho uživatelů počítače, kteří si na svůj počítač stáhnou rádiová data.
518 Prostřednictvím softwaru, který běží v pozadí, jsou tato data automaticky analyzována podle
519 speciálních vzorců, díky kterým se odlišují od šumu. Tímto způsobem může k hledání aktivně
520 přispět každý uživatel počítače na Zemi.



Obr. 2.8 Zlatá plaketa na palubě vesmírné sondy Pioneer, poselství mimozemským civilizacím. NASA.

521

V roce 1974 byla pomocí velkého radioteleskopu Arecibo vyslána zpráva ke kulové hvězdokupě M13. Kvůli vzdálenosti od M13 ale musíme čekat 48 000 let, než dorazí odpověď. Vesmírné sondy Pioneer 10 a 11, které byly do vesmíru vypuštěny v letech 1972 a 1973, nesou zlaté plakety (obr. 2.8), na nichž je schematicky vyobrazena naše sluneční soustava s planetami, atom vodíku a také muž a žena. Na palubě sond Voyager, které byly vypuštěny v roce 1977, se nachází zlaté gramofonové desky, na kterých jsou nahrány různé hlasy (papeže, prezidenta USA, generálního tajemníka OSN atd.) Jedna ze sond se za 30 000 let bude nacházet v blízkosti jiné hvězdy, i tak od ní ale ještě bude vzdálena jeden světelný rok.

Je ale velmi nepravděpodobné, že tyto sondy někdy objeví mimozemská civilizace.

2.4 Historie vesmíru v jednom dni

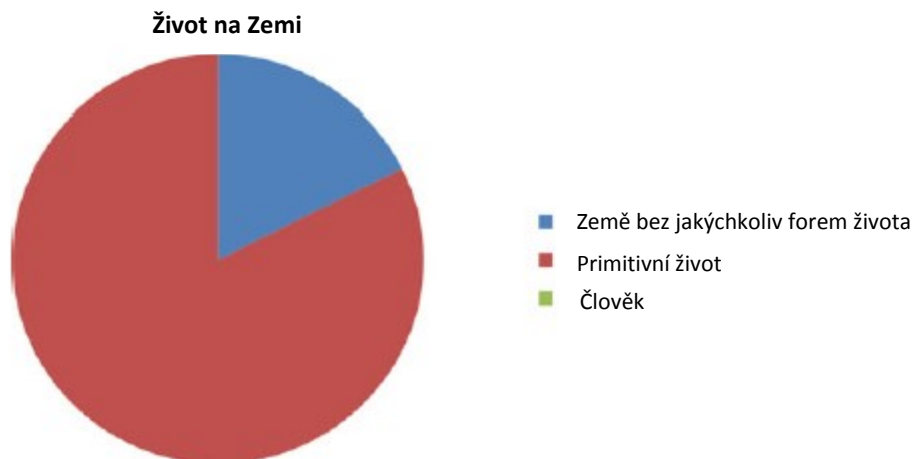
Na tomto místě si ukážeme, jak by vypadala historie vesmíru promítnutá na časové škále jednoho dne. Zaměříme se především na vznik života.

- 0:00: velkým třeskem vzniká vesmír;
- 00:00:02 dvě sekundy po velkém třesku: hmota, temná hmota, vodík a helium již existují; vesmír je průhledný;
- 01:30:00 vznikají první kvasary a galaxie; pravděpodobně i naše Galaxie; vznikají první hvězdy; velmi masivní hvězdy svítí pouze 5 až 10 sekund a explodují jako supernovy; hvězdy podobné Slunci svítí přes 10 hodin;

Obr. 2.9 Neobývaný vesmír v porovnání s dobou trvání života na Zemi.



543



Obr. 2.10 Poměr časových úseků: Země v době, kdy zde neexistoval život, Země v době, kdy se zde vyskytovaly primitivní formy života, Země obývaná člověkem.

- 544 • 15:35:00: naše sluneční soustava vzniká kolapsem mezihvězdného mračna;
- 545 • 15:40:00: Země se sráží s planetou velkou asi jako Mars, vzniká Měsíc;
- 546 • 17:00:00: na Zemi vzniká život, primitivní jednobuněčné cyanobakterie;
- 547 • 20:40:00: vyvíjejí se mnohobuněčné organismy; život začíná být rozmanitější;
- 548 • 23:00:00: šíří se mnohobuněčné organismy, i na pevnině;
- 549 • 23:40:00: první dinosauři;
- 550 • 23:52:48: vyhynutí dinosaurů v důsledku dopadu asteroidu;
- 551 • 23:59:35: první předkové člověka;
- 552 • 23:59:59: moderní člověk.

553

554 Život na Zemi podle tohoto modelu vznikl teprve v 17:00:00.

555 Na obrázku 2.9 je znázorněno, v jakém poměru je období, ve kterém život na Zemi
 556 existoval, k období, v němž neexistoval. Na obrázku 2.10 je znázorněno, v jakém poměru je
 557 období, kdy na zemi panuje vyspělý život k obdobím, v nichž na Zemi život ještě neexistoval,
 558 nebo se vyskytoval jen v primitivní podobě. Čas, který uběhl od té doby, co se na Zemi
 559 objevili první předkové člověka, nehraje v porovnání s ostatními časovými úseky roli.

3 Komentář překladu

V této části své bakalářské práce se budu zabývat rozбором překladu, který tvoří její první kapitolu. Nejprve provedu překladatelskou analýzu výchozího textu. Následně zmíním metodu, ze které jsem vycházela při řešení překladatelských problémů. Uvedu také vybrané konkrétní problémy, na které jsem při překladu narazila, a jejich řešení. V poslední podkapitole této části práce se budu zabývat překladatelskými posuny.

3.1 Překladatelská analýza originálu

Každému překladu by měla předcházet zevrubná analýza výchozího textu. Na následujících stranách provedu překladatelskou analýzu podle konceptu německé translatoložky Christiane Nordové (2009). Nejprve se zaměřím na faktory, které zpravidla nelze vyčíst z textu samotného, tedy vnětextové faktory. Poté se zaměřím na faktory vnitrotextové.

3.1.1 Vnětextové faktory

3.1.1.1 Autor

Autorem výchozího textu je rakouský fyzik a astronom Arnold Hanslmeier. Od roku 1981 působí na Univerzitě Štýrský Hradec, vedle toho se během své kariéry podílel na mnoha výzkumech. Také se stal členem několika astronomických společností (Astronomische Gesellschaft, Astronomical Society of the Pacific and New York, Astronomical Union, Austrian Society for Astronomy and Astrophysics). Mezi hlavní oblasti jeho výzkumu patří především sluneční fyzika a astrofyzika. Zároveň je pro něj velmi důležité oslovit svým působením co nejširší veřejnost. Doufá, že tím ve společnosti vzroste povědomí o důležitosti přírodních věd. Tuto jeho snahu reflektuje právě i publikace *Faszination Astronomie*, z níž jsem čerpala výchozí text pro svůj bakalářský překlad. Kromě této publikace napsal i celou řadu dalších, lze jmenovat například *Das helle und das dunkle Universum*, *Von den Planeten zum Rande des Universums* či *Den Nachthimmel erleben*. Na řadě knih se také podílel s kolegy, a působil jako jejich editor.

3.1.1.2 Intence autora

Arnold Hanslmeier se v publikaci, z níž je vyňatý výchozí text, snaží oslovit poměrně široké spektrum čtenářů. Jak již bylo zmíněno, považuje za důležité zaujmout vedle studentů fyziky

či astronomie také laickou veřejnost. Tento autorův záměr plyne již z podtitulu publikace *Faszination Astronomie*, jež zní: *Ein topaktueller Einstieg für alle naturwissenschaftlich Interessierten*. Hanslmeier se pomocí podtitulu snaží přilákat ty, kteří by jinak po knize pravděpodobně nesáhli. Ujišťuje laické čtenáře, že kniha je určena také jim.

Tato intence vyplývá i z předmluvy publikace. Autor v ní zmiňuje, že kniha vznikla na základě přednášek určených pro studenty všech fakult Univerzity Štýrský Hradec, a tedy nikoliv pouze pro studenty astrofyziky. Arnold Hanslmeier v předmluvě explicitně uvádí, že je jeho kniha určena nejen studentům, ale také laikům, kteří mají o probíranou problematiku zájem a stejně tak všem, kteří se zabývají výsledky moderní vědy. Proto je jeho záměrem zprostředkovat čtenářům astronomické znalosti, aniž by zacházel do detailů v oblasti fyziky či matematiky. V první překládané kapitole charakterizuje trpasličí planety a malá tělesa naší sluneční soustavy, ve druhé čtenáře seznamuje s aktuálním stavem pátrání po životě ve vesmíru. Pokud v textu uvádí složitější vzorce nebo informace bez návodného vysvětlení, jsou od zbytku textu odděleny tak, že jsou psány menším písmem. Text je koncipován tak, že pokud by čtenář dané informace při čtení vynechal, zůstane pro něj text i nadále plně srozumitelný. Přesto by text měl působit dojmem, že jsou všechny uvedené údaje podložené a že jsou výsledkem pečlivého měření. Dále Hanslmeier v úvodu vyzdvihuje, jak napínavou vědou fyzika je a doufá, že pro ni nadchne i své čtenáře a čtenářky.

Ačkoliv podle Nordové (2009, 55) intence autora explicitně zmíněná v předmluvě nemusí odpovídat skutečné intenci, v tomto případě tomu tak je. Autor skutečně oslovuje širokou veřejnost, text je doplněn o řadu vysvětlení, která by pro znalce v oblasti astrofyziky či její studenty byla nadbytečná. V textu jsou rovněž na některých místech zmíněná fakta, která by pro odborníky v dané oblasti byla irelevantní. Pro laického čtenáře se zájmem pro astrofyziku však díky nim text působí „odlehčeněji“. Pro příklad uvádím následující větu: „*Der italienische Maler Giotto di Bondone war tief von der Erscheinung des Halley'schen Kometen im Jahre 1301 beeindruckt und malte ihn auf seinem berühmten Fresko „Anbetung der Könige“ (Abb. 4.13).*“ Autor se na tomto místě snažil místo pouhého výčtu faktů o Halleyově kometě přidat také informaci o italském malíři Giottovi, který byl kometou fascinován. Laickému čtenáři tím umožňuje, aby se na moment odpoutal od fyzikální problematiky, text se tím pro něj stává méně náročným. Tento rys odpovídá populárně-naučnému stylu. Na rozdíl od stylu odborného, v němž by byla uvedena pouze holá fakta.

3.1.1.3 Příjemce

Autor svůj text směřuje k širokému okruhu potenciálních čtenářů. Jak již bylo zmíněno výše, je jeho kniha určena nejen studentům nejrůznějších oborů, ale také laikům, které daná problematika zajímá, a stejně tak všem, kteří jsou zaujati přínosem moderních věd. Vzhledem k tomu, že autor pochází z Rakouska, je výchozí text primárně dostupný čtenářům z německé jazykové oblasti. Tematika publikace však s německou jazykovou oblastí není přímo spojena, proto nelze říci, že by v tomto ohledu bylo nutné překlad českému příjemci přizpůsobovat. Jediný případ, kdy by se dalo hovořit o tom, že je český čtenář oproti čtenáři z německé jazykové oblasti znevýhodněn, je následující věta: „*Die Mission wurde vom europäischen Raumflugkontrollzentrum ESOC in Darmstadt dirigiert, allerdings betrug die Laufzeit der Kommunikationssignale wegen der Entfernung der Sonde 30 Minuten.*“. Ve větě je zmíněno německé město Darmstadt, český příjemce si jej nemusí být schopen geograficky zařadit.

Kniha je určená studentům, ale zároveň i všem zájemcům o astronomii, z toho vyplývá, že okruh příjemců není na první pohled omezen věkem. Důvodem pro jisté věkové omezení však může představovat skutečnost, že kniha vznikla na základě přednášek pro vysokoškolské studenty. Dá se tedy předpokládat, že autor u příjemců předpokládal vzdělání v oblasti fyziky minimálně na středoškolské úrovni. Zároveň je nutné, aby měl čtenář alespoň základní povědomí o astronomii a také zájem, dozvědět se víc. Text je psán populárně-naučným stylem, což poukazuje na to, že příjemcům neposkytuje zcela základní informace, naopak na nich staví.

3.1.1.4 Médium

Překládaný text je vyňatý z publikace, ta je tedy jeho médiem. Funkce populárně-naučné publikace jako média je v kulturním prostředí výchozího i cílového textu obdobná, není proto nutné médium nikterak přizpůsobovat. Jedná se o psaný text, který nese určité rysy, kterými se vymezuje od textů mluvených. Podle Hoffmannové (1997, 76–79) v tomto textu vystupuje do popředí především připravenost, uspořádanost, propracovanost a místy rozsáhlejší složitá souvětí. Publikace je dostupná mimo jiné také v internetové verzi, což zřejmě reflektuje intenci autora, zaujmout co nejširší okruh příjemců.

3.1.1.5 Místo

Místo vzniku publikace, z níž jsem překládaný text čerpala, je rakouský Štýrský Hradec. Ačkoliv není název města v překládaném textu explicitně zmíněn, je uveden na začátku knihy.

Štýrský Hradec by se dal jako místo vzniku předpokládat i vzhledem k tomu, že autor dlouhodobě působí na Univerzitě Štýrský Hradec a publikace vznikala na základě jeho přednášek určených právě studentům tamější univerzity.

3.1.1.6 Čas

Výchozí text překladu pochází z druhého vydání publikace *Faszination Astronomie* z roku 2016. Autor v předmluvě uvádí, že druhé vydání je oproti prvnímu obohaceno o nejnovější údaje týkající se vesmírných misí jako například první úspěšné přistání na kometě či o snímky trpasličí planety Pluto. Obě zmíněné aktualizace se týkají překládaných kapitol.

V překládaném textu není explicitně zmíněno, kdy publikace vznikla. V textu je však uvedeno mnoho dat souvisejících s výzkumem vesmíru. Z hlediska časové posloupnosti je chronologicky nejnovější časový údaj z roku 2015: „*Das sogenannte Herz des Pluto ist in Abb. 4.21 erkennbar. Diese Formation ist etwa 1600km groß. Das Bild wurde im Juli 2015 aufgenommen aus einer Entfernung von etwa 760.000 km.*“ Z tohoto časového údaje si čtenář může odvodit, že text vznikl později než v červenci 2015 a že se tedy jedná o poměrně nedávno vzniklý text.

3.1.1.7 Důvod vzniku textu

Autor si v předmluvě klade za cíl nadchnout pro astronomii pomocí publikace co nejvíce příjemců. Text tedy vznikl za účelem seznámit čtenáře s výzkumem v oblasti astronomie, a to tak, aby pro ně výklad nebyl příliš složitý. Díky tomu má text oslovit co nejširší spektrum čtenářů. Náročnějším příjemcům nabízí složitější výpočty či důkazy. Pro čtenáře, kteří se nechtějí zabývat vědeckými důkazy, by však text měl zůstat srozumitelný, i pokud by je při čtení vynechali. I v případě, že se čtenáři nebudou důkazy zabývat, mají v textu své opodstatnění, měly by mu dodávat na věrohodnosti. Díky možnosti přeskočit složitější pasáže však text může lépe naplnit autorovu motivaci ke vzniku textu, a sice přilákat širší okruh potenciálních příjemců, jež by nutnost percepce fyzikálních výpočtů odradila.

3.1.1.8 Funkce textu

Překládaný text má především rozšířit znalosti čtenářů v oblasti astrofyziky. Dominantní funkcí překládaného textu je podle Jakobsona (1995, 78) funkce referenční. Text příjemci přináší informace o výsledcích vědeckého zkoumání v oblasti astronomie. Dále nese text i znaky funkce konativní a funkce fatické, lze je pozorovat například na začátku obou kapitol, kde je

uveden výčet poznatků, které si čtenář v dané kapitole osvojí (*Nach der Lektüre dieses Kapitels wissen Sie, ...*). Autor promlouvá ke čtenářům, nejedná se však čistě o komunikaci pro komunikaci. Nelze tedy hovořit pouze o fatické funkci. Pro konativní funkci mluví fakt, že je zmíněná pasáž charakteristická orientací na adresáta. Jakobson (1995, 79) ji však mimoto spojuje s imperativem, sdělení je ale psáno v nominativu. Uvedená pasáž se tedy nachází na pomezí mezi oběma funkcemi.

Převládající referenční funkce a podle Eromse (2008, 119) také věcnost, přesnost a relativně hojně užití terminologizovaných výrazů nasvědčují tomu, že se překládaný text řadí k odbornému stylu. Jak jsem naznačila v předchozích podkapitolách, patří pod jeden z jeho sekundárních stylů, a to styl populárně-naučný. Potvrzuje to například skutečnost, že jsou termíny při první zmínce většinou vysvětleny nebo že jsou některé pasáže s ohledem na laické čtenáře psány menším písmem, pro případ, že by se je čtenáři vzhledem k vyšší odbornosti rozhodli přeskochit.

3.1.2 Vnitrotextové faktory

3.1.2.1 Téma

Téma publikace *Faszination Astronomie* jasně vyplývá již z jejího názvu. Znalosti z oblasti astronomie se prolínají všemi devíti kapitolami, do nichž je kniha rozčleněna, astronomie je tedy společným hypertématem celé knihy. Vedle titulu knihy je hypertéma také zmíněno v předmluvě knihy. Na začátku každé kapitoly je uvedeno několik bodů, které předznamenávají její podtémata. Jednotlivé kapitoly se zabývají různými oblastmi dané problematiky. Nadpisy kapitol opět vystihují témata, která může příjemce v jednotlivých kapitolách očekávat, jedná se například o následující: síly, které působí ve vesmíru, velký třesk, planety atd. V překládaných tématech autor uvádí poznatky z oblastí výzkumu trpasličích planet a malých těles sluneční soustavy a také mimozemského života. Kapitoly jsou dále rozděleny do podkapitol, jejichž názvy opět odpovídají problematice, kterou v nich autor čtenářům přibližuje. Kapitola týkající se trpasličích planet a malých těles sluneční soustavy je rozdělena do pěti podkapitol, z nich však překládám pouze tři, které se zabývají pásy planetek v naší sluneční soustavě, kometami a trpasličími planetami. Ve druhé překládané kapitole se jednotlivé podnadpisy věnují definici života, obyvatelným zónám, hledáním exoplanet, otázce, zda jsme ve vesmíru sami, a historií vesmíru. I tyto podkapitoly jsou dále členěny do menších celků, které danou problematiku dále specifikují.

3.1.2.2 Obsah

Jak již bylo zmíněno, jsou výchozím textem pro překlad pouze tři z pěti podkapitol z kapitoly o trpasličích planetách a malých tělesech sluneční soustavy. V první z nich autor čtenáře nejprve seznamuje s pásy planetek, které se nachází v naší sluneční soustavě. Poté se věnuje kometám, nejprve popisuje obecná fakta týkající se komet, dále popisuje periodické komety, vysvětluje, z čeho se komety skládají, následně čtenáře informuje o dopadech komet a v závěru kapitoly zmiňuje, odkud k nám komety přilétají. Třetí podkapitola je věnována trpasličím planetám. V této kapitole je příjemce seznámen s nejznámější trpasličí planetou Pluto, která dříve patřila mezi planety naší sluneční soustavy. Zároveň je zde uvedeno několik dalších trpasličích planet, které dosud byly objeveny.

Předmětem druhé překládané kapitoly je život ve vesmíru. V začátku kapitoly je definováno, co život vlastně je. Dále jsou představeny různé typy obyvatelných zón. V této kapitole jsou také uvedeny a vysvětleny různé metody, díky kterým lze objevit exoplanety, nechybí zde ani statistické údaje o doposud objevených extrasolárních planetách. Do dalších podkapitol se autor rozhodl zařadit také průběh a výsledky různých vesmírných misí a Drakeovu rovnici, pomocí níž je možné vypočítat, kolik by ve vesmíru mohlo existovat technicky vyspělých civilizací. V závěru kapitoly se čtenář dozvídá, jak dlouho trvá než se technicky vyspělá civilizace podobná té naší, vyvine.

Překládaný text je založen na faktech, která odpovídají výsledkům vědeckého výzkumu na poli astronomie. Podle Nordové (2009, 105), tedy „vnitřní situace“ popisovaná v textu odpovídá „vnější situaci“, která je totožná se skutečností.

3.1.2.3 Presupozice

Vzhledem k tematice knihy v ní téměř nenarazíme na presupozice charakteristické pro Rakousko či německou jazykovou oblast obecně. Pouze na jednom místě je zmíněno město Darmstadt bez geografického určení, tento případ jsem již zmiňovala u vnětextového faktoru příjemce.

V kapitole Příjemce jsem uváděla autorovo očekávání od svých příjemců, který zde pro přehlednost zopakují. Vzhledem k tomu, že je kniha určena mimo jiné laikům se zájmem pro danou problematiku, nejsou od příjemců vyžadovány hlubší předešlé astronomické znalosti. Autor však knihu koncipoval na základě svých přednášek na Univerzitě Štýrský Hradec věnovaným studentům různých fakult. Z toho, že posluchači přednášek byli studenti, vyplývá,

že u nich autor očekával znalosti z fyziky a astronomie minimálně na úrovni všeobecného středoškolského vzdělání.

3.1.2.4 Výstavba textu

Kniha *Faszination Astronomie*, z níž překládané pasáže pocházejí, se skládá z celkem devíti kapitol. Samotnému textu předchází předmluva, obsah a seznam tabulek, které v něm byly použity. Na konci knihy je také věcný rejstřík. Každá kapitola je členěna do několika podkapitol, i ty jsou rozděleny do ještě menších celků. Každá kapitola i podkapitola je opatřena nadpisem. Některé nadpisy jsou formulovány formou řečnické otázky, některé reprezentuje pouze název problematiky, kterou se kapitola zabývá.

Na začátku kapitoly je vždy uveden seznam jejích podkapitol, krátký úvod do problematiky dané kapitoly a také několik bodů, které shrnují, jaké vědomosti si příjemce textu v kapitole osvojí. Konec kapitol naproti tomu není jasně vymezen, na konci některých podkapitol však stojí velmi krátké shrnutí projednávané problematiky. V překládaném textu se nesetkáme s citáty ani s poznámkami pod čarou.

Překládaný text tvoří tři podkapitoly čtvrté a celá devátá kapitola. Kapitoly na sebe bezprostředně nenavazují. Každá kapitola, potažmo podkapitola knihy navíc tvoří celek, který by mohl fungovat i bez kontextu ostatních kapitol, vynechané podkapitoly tedy při čtení nepředstavují žádný problém. Autor na některých místech odkazuje na kapitoly, které netvoří výchozí text překladu. Ve většině případů však odkazy nejsou stěžejní, a lze je tedy v překladu vynechat.

Z hlediska horizontální roviny je výchozí text členěn do kapitol a podkapitol, ty mají vždy svůj název. Text kapitol je rozdělen do přehledných odstavců. Z hlediska vertikální roviny je struktura následující: samotný text kapitol, obrázky, které jsou doplněny o popisky, na konci některých podkapitol se také nachází krátký odstavec, jenž shrnuje probranou látku. Tyto odstavce jsou napsané jiným písmem než zbytek textu a jsou odsazené pomocí odrážek. Na některých místech jsou odstavce psané menším písmem, zpravidla se jedná o složitější fyzikální důkazy. Menší písmo má v tomto případě naznačit, že je příjemce může přeskočit, aniž by mu to bránilo v celkovém porozumění textu. Vedle zmíněných odstavců napsaných menším písmem se od hlavního textu vymezují také výčty, na něž v textu můžeme narazit na více místech.

3.1.2.5 Neverbální prvky

Překládaný text provází mnoho fotografií, obrázků a také dva grafy. Všechny zmíněné neverbální prvky jsou označené číslem. Všechny fotografie, obrázky i grafy autor doplnil o popisky, v nichž vyobrazené jevy či uvedené údaje popisuje. Tyto sice nejsou nutné pro pochopení textu, přesto jej vhodně obohacují. Někdy autor na obrázky přímo odkazuje v textu.

Ne všechny ilustrace pocházejí z autorových zdrojů, u těch, které převzal, je vždy uveden zdroj. V některých případech je pár slov přímou součástí ilustrace, někdy se jedná o německá, někdy o anglická slova.

Mezi neverbální prvky překládaného textu patří také tučně zvýrazněné nadpisy kapitol a podkapitol.

3.1.2.6 Lexikum

V textu se vyskytuje poměrně velké množství termínů. Většina z nich se vzhledem k námětu překládaného textu váže na oblast astrofyziky (*Exoplanet, habitable Zone, Transitmethode, Radialgeschwindigkeitsmethode, Asteroidengürtel, Zwergplanet, Umlaufbahn, periodische Kometen* apod.), těmi je celý výchozí text hustě protknut. V textu lze však narazit i na termíny z biologie (*Wachstum, Replikation, Vermehrung, Stoffwechsel* atd.), které se vyskytují především ve druhé překládané kapitole v souvislosti s popisem vzniku života na Zemi, či chemie (*Kohlenstoffverbindungen, organische Verbindungen, freie Sauerstoff* a názvy chemických prvků někdy také včetně odpovídajícího chemického názvu: *Methan, CH₄* atp.). Termíny z oblasti chemie se také nacházejí zejména ve druhé překládané kapitole, v pasáži týkající se vzniku života.

Vedle termínů je výchozí text charakteristický také častým výskytem proprií, označují například názvy různých vesmírných misí (*KEPLER-Mission, GAIA-Mission*), vesmírná tělesa (*Erde, Pluto, Sonne, Ceres, Hale-Bopp* atd.) a v neposlední řadě jsou v textu také často zmíněna jména významných astronomů (*E. Halley, Kepler, Frank Drake, Tombaugh* atd.).

Zajímavé jsou také užití anglické výrazy. Nejedná se o užití anglicismů, jak je tomu v dnešní době velmi často, z jakéhosi módního hlediska. Autor na několika místech použil anglické termíny, pro které existuje i německá obdoba. Reflektuje to stále se zvyšující toleranci anglických výrazů v německém jazyce.

3.1.2.7 Syntax

Výchozí text se skládá jak z vět jednoduchých (*Im Jahre 1997 konnte man mehrere Monate hindurch mit freiem Auge den Kometen Hale-Bopp beobachten (Abb. 4.14).*), tak ze souvětí souřadných (*Sie erscheinen diffus und bilden meist einen spektakulären langen, immer von der Sonne weggerichteten Schweif.*) i podřadných (*E. Halley (1656–1742) fand im Jahre 1705, dass es sich bei den Kometenerscheinungen der Jahre 1531 und 1607 (beobachtet von Kepler) und 1682 um dasselbe Objekt handeln muss, und er sagte die Wiederkehr des Kometen für 1759 voraus.*). Souvětí jsou často spojena různými spojovacími výrazy, avšak některé věty jsou spojeny asyndeticky (*Der Ionenschweif ist lang und schmal, der Staubschweif erscheint breit gefächert und oft auch gekrümmt.*)

Dále jsou ve výchozím textu užity infinitivní konstrukce. Uvádím je v této podkapitole, neboť v němčině nahrazují funkci vedlejší věty (*Dies war damaligen Astronomen bekannt, und so machten sich die drei Magier aus dem Osten (die Heiligen Drei Könige, in Wirklichkeit waren das Astrologen) auf, um das Jesuskind zu suchen.*).

Vedle infinitivních konstrukcí se v textu vyskytují i konstrukce participiální (*Über einen Zeitraum von mehr als vier Jahren werden 145.000 Sterne in einem ausgesuchten Sternfeld beobachtet.*).

3.1.2.8 Suprasegmentální prvky

Pod pojmem suprasegmentální prvky se podle Nordové (2009, 134) rozumí ty elementy verbálního textu, které přesahují rámec lexika a syntaxe. V textu mají za úkol vytvářet jeho melodii, kterou řečník v mluveném projevu vytvoří pomocí intonace. Podle Nordové (2009, 138) však není intonace příznačná pouze pro mluvené texty, nýbrž i pro texty psané.

Mezi suprasegmentální prvky patří interpunkce. Zajímavé je, že se v celém překládaném textu nevyskytuje ani jednou vykřičník. Naopak otazníky autor užil v poměrně hojném množství, řečnická otázka dokonce tvoří nadpis druhé překládané kapitoly (*Leben im Universum?*). Dále se řečnické otázky vyskytují v podnadpisech (*Was sind Kometen?, Woher kommen die Kometen?, Was ist Leben?, Wie findet man Exoplaneten?* atd.), ale také v textu (*Aber bei welchen Frequenzen sollen wir den Himmel abhören?*).

Dále lze v textu narazit na uvozovky, někdy označují umělecké dílo (*Anbetung der Könige*), jindy reflektují anglický výraz, který není v němčině dosud zcela běžný (*sungrazer*).

Dvojtečka v překládaném textu rovněž plní různé funkce. Často se vyskytuje před výčtem, v jiných případech zdůrazňuje informaci, která po ní následuje (*Auch ihr Aussehen ist ungewöhnlich: Sie erscheinen diffus und bilden meist einen spektakulären langen, immer von der Sonne weggerichteten Schweif.*).

Kurzíva je ve výchozím textu použita pouze jednou, zvýrazňuje název sekty (*Heavens Gate*). Důvod jejího užití je s největší pravděpodobností obdobný jako u některých případů užití uvozovek, a to upozornit na anglický výraz, v tomto případě se navíc jedná o proprium.

3.2 Překladatelská metoda

Podle Levého (2012, 50) lze překladelovu práci shrnout do tří bodů, a to pochopení předlohy, interpretace předlohy a přestylizování předlohy. Samotnému vzniku cílového textu tedy předcházejí dvě přípravné fáze.

V předchozí kapitole této práce jsem se zabývala analýzou výchozího textu podle modelu Christiane Nordové. Cílem analýzy bylo správně interpretovat předlohu a zároveň v rámci interpretace stanovit překladatelskou koncepci. Podle Levého (2012, 60) vyrůstá překladelovo pojetí předlohy, tedy překladatelská koncepce z názoru na dílo a ze zaměření konzumenta určitého typu. S ohledem na zaměření na konzumenta ke stanovení překladelovy koncepce napomáhá fiktivní zadání. Především je třeba ujasnit si, kdo by mohl být cílovým příjemcem. V případě překládaného textu, který je předmětem této bakalářské práce, by příjemcem mohl být český čtenář, který disponuje minimálně středoškolským vzděláním v oblasti fyziky, potažmo astronomie a který má zájem své znalosti dané problematiky rozšiřovat i ve svém volném čase. Stejně jako výchozí text má i překlad čtenáři zprostředkovat znalosti z oblasti fyziky a astronomie, v obou textech tedy převládá referenční funkce.

Podle Nordové (2009, 80–81) rozlišujeme dokumentární a instrumentální překlad. Vzhledem k tomu, že výchozí text nenese téměř žádná kulturní specifika německé jazykové oblasti, může cílový text sloužit jako komunikační nástroj k dosažení stejného cíle jako text výchozí. S ohledem na to jsem překlad koncipovala tak, aby si čtenář cílového textu nebyl vědom, že čte překlad, a nikoliv originál. Od tohoto cíle jsem musela upustit pouze jednou, když jsem do textu vložila výše zmíněnou poznámku překladatele. Přesto však převažují rysy překladu instrumentálního.

„Ve vývoji reprodukčního umění se uplatňují dvě normy: norma reprodukční (tj. požadavek věrnosti, výstižnosti) a norma „uměleckosti“ (požadavek krásy). Tento základní estetický protiklad se v překladačství po stránce technické jeví jako protiklad tzv. překladačské věrnosti a volnosti.“ (Levý, 2012: 82) Vzhledem k převládající referenční funkci překládaného textu pro mě bylo klíčové zachovat informace v něm obsažené. Se záměrem zachovat funkci textu jsem se rozhodla pro věrný překlad. Podle následující citace však volný a věrný překlad nejsou navzájem podmíněny: „Dvojí estetická norma v překladačství bývá příčinou neshod a kritiky o hodnotě konkrétních překladů: krása a věrnost bývají často stavěny do protikladu, jako by se vylučovaly. Vylučují se však jen tehdy, rozumí-li se krásou líbivost

a pravdivostí doslovnost.“ (Levý, 2012: 85–86). Vycházela jsem také z faktu, že podle Levého (2012, 82) jsou obě kvality nepostradatelné.

Levý (2012, 103–109) rozlišuje tři překladatelovy pracovní postupy, překlad v pravém slova smyslu, substituci a transkripci. Jelikož v překládaném textu dominuje referenční funkce, většinou jsem aplikovala překlad v pravém slova smyslu. Ve spojitosti s tímto postupem je záhodno zmínit, že se v překládaném textu poměrně hojně vyskytují termíny z oblasti astronomie a fyziky. Pro ověření správnosti užití termínů v cílovém textu jsem tyto konzultovala s odborníci v dané oblasti, konkrétní příklady uvádím níže. Vedle překladu v pravém slova smyslu jsem uplatnila také transkripci, a to u přepisu proprií, pro které existuje mimo německé také česká verze transkripce (*Tschurjumow-Gerassimenko* → *Churyumov-Gerasimenko*).

3.3 Typologie vybraných překladatelských problémů a jejich řešení

V této části komentáře uvádím konkrétní překladatelské problémy, na které jsem při překladu narazila. U jednotlivých problémů vždy zmiňuji příklady a jejich řešení, ty cituji z originálu i překladu následujícím způsobem: zkratkou VT (výchozí text) či CT (cílový text) a číslem příslušného řádku.

3.3.1 Rovina lexikální

3.3.1.1 Termíny a neterminologizované výrazy či formulace, které s danou problematikou úzce souvisí

Ve výchozím textu se vyskytuje poměrně velké množství termínů. Většina odborných výrazů se týká oblasti astronomie a fyziky. Příjemce však může narazit i na terminologii z oblasti biologie či chemie. Vzhledem k tomu, že se publikace, z níž je překládáný text vyňat, zabývá především astronomií, jsou v textu použity spíše základní termíny z chemie i biologie. České obdoby těchto termínů proto nebylo obtížné dohledat. Pro názornost uvádím příklady terminologizovaných výrazů jak z oboru chemie (*organische Verbindungen* [VT 298], *Proteine* [VT 299], *Tholine* [VT 323]), tak i z biologie (*Replikation* [VT 285], *Stoffwechsel* [VT 286], *Zellen* [VT 289]).

V textu však jednoznačně dominují astronomické termíny, příklady z této oblasti uvádím níže. Vzhledem k tomu, že nejsem v této oblasti specialistou, musela jsem celou řadu výrazů dohledávat. Za tímto účelem jsem navštívila mnoho webových stránek. Velmi mi pomohl Astronomický informační server <http://www.astro.cz/>, který vytváří zástupci České astronomické společnosti, dále například webové stránky týkající se projektu SETI, pro české účastníky projektu <http://seti.czechnationalteam.cz/>, server <https://www.exoplanety.cz/> a další. Kompletní seznam uvádím na konci práce, spolu s ostatními zdroji, se kterými jsem pracovala při vzniku celé bakalářské práce.

„Termín je v rámci oboru ustálený a je buď definován, nebo fixován konvencí, jeho význam je tedy ostřeji ohraničený než u jiných vrstev slovní zásoby a bývá přesně identifikovatelný nezávisle na kontextu.“ (Čechová, 2008: 218). Jak vyplývá z uvedené definice, existuje pro většinu terminologizovaných výrazů ekvivalent v cizím jazyce. U valné většiny termínů tedy stačilo najít obdobu německého termínu v češtině (*periodische Kometen* [VT 95] → *periodické komety* [CT 87], *Staubschweif* [VT 144] → *prachový ohon* [CT 129], *Gezeitenkräfte* [VT 185] → *slapové síly* [CT 157], *Zwergplaneten* [VT 209] → *trpasličí planety*

[CT 182], *habitable Zonen* [VT 366] → *obyvatelné zóny* [CT 335] atd.). Někdy pro mě ale kvůli jeho odborné povaze nebylo snadné text pochopit nebo bylo v češtině daný termín obtížné dohledat, v těchto případech jsem se obrátila na odborníci v oblasti astronomie. Během doby vzniku výsledného translátu jsem pravidelně docházela na Štefánikovu hvězdárnu za účelem ověřit si, zda se termíny, které jsem dohledala, v českém astronomickém diskurzu běžně užívají. Po konzultaci jsem v překladu užila následující termíny: *Wiederkehr des Kometen* (VT 98) → *návrat komety* (CT 90), *Doppelzwergplanet* (VT 224) → *trpasličí dvojplaneta* (CT 198), *Periheldistanz* (VT 248) → *vzdálenost v perihéliu* (CT 214), *Apheldistanz* (VT 248) → *vzdálenost v aféliu* (CT 214), *Radialgeschwindigkeitsmethode* (VT 443) → *Metoda změn radiálních rychlostí* (CT 414), *dunkle Materie* (VT 569) → *temná hmota* (CT 538), *massereiche Sterne* (VT 572) → *masivní hvězdy* (CT 541). Na odborníci jsem se také obrátila s dotazem, jak přeložit názvy dvou typů obyvatelných zón. Ačkoli mají německé názvy v češtině svou obdobu, neužila jsem ji ve svém překladu. Dle konzultantky působí terminologizované názvy v české populárně-naučné literatuře až příliš vědecky. Dala jsem tedy na její radu a užila jsem výrazy, které se podle jejích slov v česky psané astronomické populárně-naučné literatuře vyskytují: *zirkumstellare habitable Zonen* (VT 375) → *obyvatelné zóny kolem hvězd* (CT 345), *zirkumplanetare habitable Zonen* (VT 395) → *obyvatelné zóny kolem obřích planet* (CT 365).

Někdy jsem s odborníci konzultovala i formulace, které byly s probíranou problematikou úzce spjaty: *längs der Ekliptik* (VT 86) → *v rovině ekliptiky* (CT 78), *Liegt also unsere Sehlinie in Richtung der Umlaufbahn eines Exoplaneten...* (VT 435–436) → *Pokud se tedy ze Země promítá dráha exoplanety...* (CT 407), *Wenn sich der Stern bei dieser Bewegung von uns weg bewegt, dann sind seine Spektrallinien nach Rot verschoben. Bewegt er sich entlang seiner Bahn auf uns zu, sind die Linien nach Blau verschoben.* (VT 446–448) → *Vzdaluje-li se od nás daná hvězda při tomto pohybu, posouvají se spektrální čáry do červené oblasti. Pokus se po své oběžné dráze pohybuje směrem k nám, posouvají se spektrální čáry do modré oblasti.* (CT 417–419), *Man geht von ganz speziellen Frequenzen aus, z.B. von der interstellaren 21-cm-Linie des Wasserstoffs.* (VT 541–542) → *Vědci předpokládají, že vhodné jsou speciální frekvence, jako např. vodíková čára o délce 21 cm pocházející z vodíku z mezihvězdného prostoru.* (CT 513–515).

Ráda bych na tomto místě také zmínila termín „Asteroidengürtel“. Jeho význam lze v češtině reflektovat dvěma způsoby, může být užit buď ve významu „pás planetek“ obecně, nebo může označovat konkrétní útvar, „hlavní pás planetek“. V případě, že reprezentuje „hlavní pás planetek“, existuje k označení „Asteroidengürtel“ rovněž synonymum „Hauptgürtel“.

V češtině však žádný synonymní terminologizovaný výraz neexistuje, což se odráží v překladu názvu kapitoly, která se věnuje právě hlavnímu pásu planetek: *Asteroidengürtel, Hauptgürtel* (VT 26) → *hlavní pás planetek* (CT 21).

Dále bych ráda poukázala na výrazy, které nejsou termíny, ale váží se k probírané problematice, jež bylo v překladu nutné reflektovat více způsoby. Jedná se o substantiva „Störung“, „Erscheinung“ a adjektivum „hell“. Substantivum „Störung“ jsem po konzultaci s odborníci překládala českým slovem „poruchy“: *Störungen* (VT 197) → *poruchy* (CT 170). Pouze v jednom případě jsem za účelem jednoznačnosti aplikovala jiný překlad: *Störungen* (VT 220) → *gravitační poruchy* (CT 193–194).

Podstatné jméno „Erscheinung“ v českém překladu nedisponuje ekvivalentem, který by vhodně zapadal do daného kontextu, proto jsem ho v překladu reflektovala následovně: *Kometenerscheinungen* (VT 96) → *návrat komety* (CT 90), *Erscheinungen* (VT 105) → *pozorování* (CT 89), *Erscheinung* (VT 106) → *průlet* (CT 98), *Erscheinung* (VT 109) → *návrat* (CT 100).

Přídavné jméno „hell“ se v jedné větě překládaného textu vyskytuje dvakrát, avšak pokaždé v jiném významu. Proto považuji za vhodné zmínit, jak jsem postupovala: *Der Anblick eines hellen Kometen in einem Teleskop ist für Laien enttäuschend, man sieht nur eine diffus leuchtende helle Wolke.* (VT 118–119) → *Pohled na jasnou kometu v teleskopu je pro laika zklamáním, uvidí jen mlhavě svítící světlý oblak.* (CT 111–112).

Za zmínku rovněž stojí, že jsou některé užité termíny uvedené v angličtině, tím se budu dále zabývat v následující podkapitole.

3.3.1.2 Anglické výrazy

Ve výchozím textu se nachází několik anglických výrazů. Jak jsem již zmínila v předchozí podkapitole, jsou některé z nich terminologizované. Mezi termíny patří výrazy „dirty snowball“ a „Black Smoker“. Termín „Black Smoker“ je ve výchozím textu užít, přestože existuje i jeho německý ekvivalent „Schwarzer Raucher“, což zřejmě reflektuje vyšší toleranci německého jazyka vůči anglicismům oproti češtině. Právě z toho důvodu jsem se v českém překladu rozhodla uvést český ekvivalent zmíněného termínu. Výraz se v textu vyskytuje dvakrát. U prvního výskytu jsem do závorky za český termín uvedla i anglický název (*Black Smokers* [VT 326] → *černí kuřáci (Black Smokers)* [CT 299]), protože i na něj v českých textech lze narazit, ne však tak často jako na výraz český.

Naopak výraz „dirty snowball“ je již v originálu uveden pouze v závorce, v češtině jsem tedy anglický termín ponechala rovněž v závorce: „*schmutziger Schneeball*“ (*dirty snowball*) (VT 124) → „špinavá sněhová koule“ (*dirty snowball*) (CT 116–117).

Dalším anglickým výrazem je název sekty Heavens Gate. V češtině je známá pod svým anglickým názvem, ale stejně tak pod jeho českým překladem „Nebeská brána“, v českém překladu jsem proto uvedla obě možnosti: *Heavens Gate* (VT 151) → *Heavens Gate (Nebeská brána)* (CT 138).

Ve výchozím textu čtenář také může narazit na dva anglické názvy, u obou jde vlastně o slovní vyjádření zkratky. V těchto případech jsem vycházela z toho, že je německý čtenář na rozdíl od českého zpravidla zvyklejší na anglické výrazy, stejně jako ze skutečnosti, že když se autor zkratku rozhodl vedle zkratky uvést i celý název, nese určitou výpovědní hodnotu, která by v překladu neměla být ztracena. Proto jsem český překlad napsala do závorky na příslušná místa v textu: (*Global Astrometric Interferometer for Astrophysics*) (VT 477) → (*Global Astrometric Interferometer for Astrophysics [Globální astrometrický interferometr pro astrofyziku]*) (CT 442–443), *Search for Extraterrestrial Intelligence* (VT 539) → (*Search for Extraterrestrial Intelligence*) *Hledání mimozemské inteligence* (CT 511)

3.3.1.3 Názvy

V překládaném textu je zmíněna celá řada názvů. U valné většiny z nich však existuje i odpovídající česká varianta (*die Oort'sche Wolke* [VT 63] → *Oortův oblak* [CT 56], *Asteroid Steins* [VT 155–156] → *asteroid Šteins* [CT 142–143], *der Komet Tschurjumow-Gerasimenko* [VT 158] → *kometa Churyumov-Gerasimenko* [CT 145], *Venus* [VT 435] → *Venuše* [CT 406] atp.), případně se v českém jazykovém prostředí běžně užívá název původní (*der Komet Hale-Bopp* [VT 147–148] → *kometa Hale-Bopp* [CT 135], *der Komet Wild 2* [VT 152] → *kometa Wild 2* [CT 139], *die Raumsonde Stardust* [VT 152] → *vesmírná sonda Stardust* [CT 139], *die Sonde New Horizons* [VT 226] → *sonda New Horizons* [CT 199], atd.).

Jak bylo zmíněno v předchozí podkapitole, vyskytly se ve výchozím textu dva anglické názvy, které se v češtině běžně nepoužívají, ani neexistuje jejich česká podoba. V textu je rovněž uveden jeden německý název, který v češtině nemá obdoby, ani se nepoužívá ve svém původním znění. Název jsem proto přeložila a uvedla jsem ho v závorce za německým názvem. Přeložila jsem jej následujícím způsobem: *Zentrum für Marine Umweltwissenschaften* (VT 352–353) → *Marum, Výzkumný ústav pro námořnictví a životní prostředí* (CT popis obrázku 2.1). Považovala jsem za vhodné zachovat v textu český překlad názvu i jeho původní německé

znění, neboť se nejedná o oficiální, zaužívaný překlad, nýbrž pouze o mezijazykový převod, který má českému čtenáři pomoci při porozumění textu.

3.3.1.4 Zkratky

Ve výchozím textu nalezneme také několik zkratk. Obdobně jako je tomu u názvů, lze i některé zkratky zachovat ve své původní podobě (*ESOC* [VT 165], *SOHO* [VT 202], *SETI* [VT 538] atd.). Jiné bylo třeba nahradit jejich českou zavedenou podobou (*US-Präsident* [VT 557] → *prezident USA* [CT 527–528] či *UNO-Generalsekretär* [VT 557] → *generální tajemník OSN* [528]).

3.3.1.5 Kompozita

V němčině se kompozita zpravidla vyskytují hojněji než v češtině. Je tomu tak i v případě překládaného textu, který je předmětem této bakalářské práce. Vzhledem k asymetrickému užití kompozit v obou jazycích je při překladu do češtiny bylo nutné reflektovat různými způsoby:

1. Podstatným jménem s přívlastkem shodným:

Ihre Masse reicht nicht aus, um vollkommen kugelförmig zu sein und zum Unterschied zu den anderen Planeten haben sie ihre Umlaufbahnen noch nicht vollständig freigeräumt. (VT 211–213)

Jejich hmotnost nestačí k tomu, aby byly dokonalé kulovité a na rozdíl od ostatních planet své oběžné dráhy ještě zcela nevyčistily. (CT 185–186)

Die frühe Erdatmosphäre enthielt noch keinen freien Sauerstoff, und so konnte sich keine uns vor der UV-Strahlung der Sonne schützende Ozonschicht entwickeln. (VT 335–337)

Raná zemská atmosféra ještě neobsahovala volný kyslík, a tak se nemohla vyvinout ozonová vrstva, která nás před UV zářením Slunce chrání. (CT 306–307)

2. Podstatným jménem s přívlastkem neshodným:

Leider ist der Lander nicht wie geplant waagrecht aufgesetzt und deshalb reichte die Energieversorgung der Solarzellen nicht aus für einen längeren Funkkontakt.

(VT 162–164)

Modul bohužel nedosedl vodorovně, jak bylo v plánu, proto zásobování energií ze solárních článků nedostačovalo na delší rádiový kontakt. (CT 146–147)

Zwischen dem 16. und 22. Juli 1994 stießen die Kometenbruchstücke dann mit Jupiter zusammen. (VT 189–190)

Mezi 16. a 22. červencem 1994 se fragmenty komety srazily s Jupiterem. (CT 160–161)

3. Podstatným jménem s přívlastkem neshodným, připojeným předložkou:

Seine Bahn um die Sonne ist stark ellipsenförmig und deshalb kann seine Sonnenentfernung zwischen 4,4 und 7,3 Milliardenkm betragen. (VT 216–217)

Jeho dráha kolem Slunce je silně eliptická, proto je jeho vzdálenost od Slunce mezi 4,4 a 7,3 miliardami km. (CT 191–192)

Die Schwerpunktsbewegung der Sonne (des Sonnenkerns) ist in Abb. 9.4 dargestellt. (VT 467–468)

Pohyb Slunce kolem vlastního těžiště (slunečního jádra) je znázorněn na obrázku 2.4. (CT 432)

4. Kompozitem:

Die meisten Biochemiker gehen davon aus, dass sich bei richtigen Bedingungen Leben zwangsläufig entwickelt. (VT 518–519)

Většina biochemiků vychází z toho, že se při správných podmínkách život vyvine vždy. (CT 487–488)

3.3.2 Morfologická rovina

3.3.2.1 Skloňování nebeských těles s dubletními koncovkami

Názvy některých nebeských těles, jež se v překládaném textu vyskytují, disponují v češtině dubletními koncovkami ve druhém pádě. Jedná se o substantiva mužského rodu neživotného, které označují planety naší sluneční soustavy (Saturn, Jupiter, Merkur, Neptun) a v jednom případě přirozenou družici planety Pluto (Charon). Tato podstatná jména lze ve druhém pádě skloňovat dvěma způsoby, jako u neživotného substantiva Saturn: Saturnu či Saturna. Při překladu jsem u zmíněných substantiv užívala ve druhém pádě výhradně koncovku „-u“, například:

Einige kreuzen die Bahnen von Neptun, Saturn oder Jupiter, werden also innerhalb der nächsten Millionen Jahre mit diesen Planeten kollidieren. (VT 60–62)

Některá kříží dráhy Neptunu, Saturnu nebo Jupiteru, takže se během následujících milionů let s těmito planetami srazí. (CT 53–54)

Od zmíněných substantiv tvořím adjektivní formy, jež se v astronomickém diskurzu běžně užívají, jako například:

Einige Planetenmonde könnten unterhalb einer Eiskruste einen Ozean aus salzigem Wasser besitzen (z. B. der Jupitermond Europa). (VT 354–355)

Některé měsíce ostatních planet sluneční soustavy možná mají pod ledovou krustou oceán slané vody (např. Jupiterův měsíc Europa). (CT 324–325)

3.3.2.2 Pasivum

„V pasivní větě se podmět a agens nekryjí. Agens v ní není buď vůbec vyjádřen, nebo se vyskytuje v jiné podobě než jako podmět.“ (Povejšil, 2004: 91) Mimo jiné z toho důvodu je pasivum často užíváno v textech odborného charakteru. Pro němčinu jsou pasivní konstrukce přirozenější než pro češtinu, což bylo nutné reflektovat při překladu výchozího textu této bakalářské práce. V němčině rozlišujeme podle Helbiga/Buschy (1993: 161) dva typy pasiva, a to pasivum průběhové (*Vorgangspassiv*) a pasivum stavové (*Zustandspassiv*). Hojně užitě německé průběhové pasivum jsem do češtiny přeložila různými způsoby:

1. Rodem činným

Der Komet Wild 2 wurde im Jahre 2004 von der Raumsonde Stardust untersucht und es wurden Proben von der Koma des Kometen zur Erde gebracht (Abb. 4.15). (VT 152–153)

Kometu Wild 2 prozkoumala v roce 2004 vesmírná sonda Stardust a dopravila na Zemi vzorky z komy této komety (obr. 1.15). (CT 139–140)

Im Februar 1930 wurde dieses Objekt von Tombaugh gefunden. (VT 215)

V únoru roku 1930 tento objekt objevil astronom Tombaugh. (CT 190)

2. Českým pasivem opisným

Im Jahre 1978 wurde dann der Plutomond Charon entdeckt. (VT 220–221)

V roce 1978 byl objeven měsíc Pluta, Charon. (CT 195)

Das Bild wurde im Juli 2015 aufgenommen aus einer Entfernung von etwa 760.000 km. (VT 237–238)

Fotografie byla pořízena v červenci roku 2015 ze vzdálenosti asi 760 000 km. (CT 206)

3. Českým pasivem zvratným

Dass es dort Objekte gibt, war schon länger vermutet worden, da zwischen den Umlaufbahnen von Mars und Jupiter eine Lücke erscheint. (VT 30–31)

Protože se mezi oběžnými drahami Marsu a Jupiteru zdá být mezera, předpokládalo se již delší dobu, že se v té oblasti vyskytují tělesa. (CT 25–26)

Na několika místech však v textu bylo užito i pasivum stavové, přeložila jsem ho následovně:

1. Aktivem

Damit sich überhaupt Planeten umeinen Stern bilden, muss ein gewisser Abstand zum galaktischen Zentrum gegeben sein. (VT 423–425)

Aby okolo hvězdy vůbec mohly vzniknout planety, musí se hvězda nacházet v určité vzdálenosti od středu galaxie. (CT 391–393)

2. Českým pasivem opisným:

Die kleinen Planeten oder Asteroiden sind nicht gleichmäßig im Sonnensystem verteilt, sondern hauptsächlich in sogenannten Gürteln konzentriert. (VT 20–21)

Planetky nebo asteroidy nejsou ve sluneční soustavě rovnoměrně rozmístěny, nýbrž se shlukují hlavně v takzvaných pásech. (CT 18–19)

Wir gehen in Ermangelung anderer Kenntnisse davon aus, dass Leben an das Vorhandensein von Wasser in flüssiger Form geknüpft ist. (VT 368–369)

Pro nedostatek znalostí vycházíme z toho, že je život vázán na přítomnost vody v kapalném skupenství. (CT 338–339)

3. Českým zvratným pasivem

Die Objekte des Kuipergürtels (Abb. 4.2) sind ebenso wie die Objekte des Hauptgürtels sehr stark zur Ekliptikebene konzentriert. (VT 55–56)

Objekty Kuiperova pásu (obr. 1.2) se stejně jako tělesa hlavního pásu planetek velmi silně koncentrují v rovině ekliptiky. (CT 49–50)

S ohledem na to, že se překládaný text řadí k populárně-naučnému stylu, jsem v překladu zachovávala trpný rod hojněji, než by pro češtinu bylo přirozené v jiných funkčních stylech.

3.3.2.3 Konstrukce se zájmenem „man“

Podle Povejšila (2004: 99) vyjadřuje konstrukce *man* + 3. os. sg. všeobecný a neurčitý lidský agens. Protože čeština obdobnou konstrukcí nedisponuje, byla jsem nucena užít v překladu různá řešení, která odráží všeobecnost a neurčitost zmíněné německé konstrukce. Konstrukci jsem překládala následujícími způsoby:

1. První osobou plurálu

Setzt man $n = -\infty, 1, 0, 1, 2, 3, \dots$ ein, findet man in etwa die Abstände der Planeten von der Sonne. (VT 36)

Dosadíme-li $n = -\infty, 0, 1, 2, 3, \dots$, získáme přibližné vzdálenosti jednotlivých planet od Slunce. (CT 33)

2. Třetí osobou plurálu (často s podmětem „vědci“)

Man vermutet insgesamt etwa 100.000 Objekte mit Durchmessern von mehr als 100km zwischen 30 und 50AE. (VT 53–54)

Vědci se domnívají, že se v pásu mezi 30 a 50 au nachází celkem asi 100 000 těles o průměru větším než 100 km. (CT 47–48)

3. Bezpodmětnou větou

Wie findet man Exoplaneten? (VT 426)

Jak lze najít exoplanety? (CT 395)

4. Opisným pasivem

Man hat zahlreiche Bakterien gefunden, die sich in solchen extremen Umgebungen sehr wohl fühlen. (VT 329–331)

Bylo nalezeno mnoho bakterií, kterým se v takovém prostředí velmi dobře daří.
(CT 302–303)

5. Zvratným pasivem

Heute favorisiert man die Theorie der Entstehung des Lebens in den Black Smokers, das sind geysirartige Entgasungen am Meeresboden (siehe Abb. 9.1). (VT 326–327)

Dnes se upřednostňuje teorie vzniku života v černých kuřácích (Black Smokers), to jsou gejzírovité vývěry na mořském dně (viz obr. 2.1). (CT 299–300)

3.3.2.4 Náhrada singuláru plurálem a naopak

V některých případech jsem se při překladu rozhodla nahradit číslo jednotné číslem množným. Zmíněný postup jsem uplatnila zejména, pokud ve výchozím textu substantivum v jednotném čísle doprovázel neurčitý člen a pokud šlo o obecnou informaci. V češtině by singulár mohl navozovat pocit, že se jedná o určitý konkrétní jev. Tuto dichotomii jsem tedy reflektovala pomocí změny čísla:

In diesem Bereich wird ein Körper von den Gezeitenkräften auseinander gerissen.
(VT 186–187)

V tomto prostoru se tělesa vlivem slapových sil rozpadají. (CT 158–159)

Je kühler der Stern, desto weniger ausgedehnt ist die habitable Zone und desto unwahrscheinlicher wird es, dort einen geeigneten Planeten zu finden. (VT 381–383)

Čím je hvězda chladnější, tím je její obyvatelná zóna užší, a tím méně pravděpodobný je výskyt planet vhodných pro život. (CT 351–353)

V jiných případech jsem se však uchýlila i k opačnému postupu, tedy k náhradě plurálu singulárem. Učinila jsem tak z toho důvodu, že dle mého názoru na daných místech plurál působí příliš abstraktně a nepřírozeně, například:

Aus dem wenige km großen Kometenkern entströmen bei Annäherung an die Sonne Gase und erzeugen die spektakulären Kometenschweife. (VT 207–208)

Z několika málo km velkého jádra komety unikají při přiblížení ke Slunci plyny, a vytvářejí neobyčejný ohon komety. (CT 178–180)

Man hat zahlreiche Bakterien gefunden, die sich in solchen extremen Umgebungen sehr wohl fühlen. (VT 329–331)

Bylo nalezeno mnoho bakterií, kterým se v takovém extrémním prostředí velmi dobře daří. (CT 302–303)

3.3.2.5 Vid

Vid je gramatickou kategorií, kterou disponuje pouze čeština. „Souborem morfologických a slovotvorných prostředků, tj. souborem kmenotvorných přípon a souborem prefixů, se vyjadřuje protiklad komplexně pojatého děje, tj. děje ohraničeného začátkem a koncem, a děje takto neohraničeného.“ (Štícha, 2003: 538) Vzniká zde tedy asymetrie, a je třeba uvážit, jak německá verba překládat do češtiny. Na některých místech textu jasně vyplývá, zda je v českém překladu na místě užít vid dokonavý, či nedokonavý. Jinde to však bylo obtížnější, v těchto případech jsem většinou reflektovala obecné záležitosti videm nedokonavým.

Dort können sie durch die großen Planeten abgelenkt werden und so werden aus langperiodischen Kometen kurzperiodische. (VT 197–199)

Tam je mohou z jejich drah odklonit velké planety, tak se z dlouhoperiodických komet stávají krátkoperiodické. (CT 170–171)

Naopak jednorázový proces jsem do češtiny přeložila videm dokonavým.

Kometen, die der Sonne sehr nahe kommen, können damit beobachtet werden und werden als „sungrazer“ bezeichnet. (VT 202–204)

Jim lze pozorovat komety, které se dostanou příliš blízko Slunci, jimž se říká „sungrazer“. (CT 174–175)

3.3.3 Syntaktická rovina

3.3.3.1 Slovosled a aktuální členění větné

Podle Čechové (2008, 217) je aktuální členění větné důležitou složkou syntaktické stavby textu. V odborných textech se zpravidla uplatňuje objektivní slovosled. Téma stojí na začátku výpovědi. Réma (informace s nejvyšší výpovědní hodnotou) se umísťuje nakonec, a stává se tématem výpovědi následující.

„V německém slovosledu hrají gramaticky podmíněné jevy daleko větší úlohu než v češtině. Jen zčásti se v něm uplatňuje hledisko aktuálního členění. Slovesné tvary mohou totiž v němčině zaujímat jen určité vyhrazené pozice.“ (Povejšil: 2004, 259).

Jelikož se v němčině slovosled nepodřizuje stejným pravidlům, jako v češtině, změnila jsem na některých místech slovosled tak, aby výpovědi v cílovém jazyce působily přirozeně, například:

Durch vulkanische Ausgasungen am tiefen Ozeanboden entstehende Strukturen aus mineralischen Ablagerungen. (VT 351–352)

Struktury z minerálních usazenin vzniklé hluboko na mořském dně únikem plynu způsobeným vulkanickou aktivitou. (CT popisek obrázku 2.1)

Das erste Leben entsteht auf der Erde; primitive einzellige Cyanobakterien. (VT 587)

Na Zemi vzniká život; primitivní jednobuněčné cyanobakterie; (CT 546)

3.3.3.2 Změna pořadí vět v souvětí

Se záměrem podpořit plynulost a celkovou kohezi textu jsem u některých souvětí změnila pořadí vět, ze kterých sestávají, například:

Dass es dort Objekte gibt, war schon länger vermutet worden, da zwischen den Umlaufbahnen von Mars und Jupiter eine Lücke erscheint. (VT 30–31)

Protože se mezi oběžnými drahami Marsu a Jupiteru zdá být mezera, předpokládalo se již delší dobu, že se v té oblasti vyskytují tělesa. (CT 25–26)

Lange Zeit kannte man seine Masse nicht genau, da die Störungen, die Pluto auf Neptun ausübt, sehr klein sind. (VT 219–220)

Protože jsou gravitační poruchy, kterými Pluto ovlivňuje Neptun, velmi malé, dlouho vědcům nebyla známa jeho přesná hmotnost. (CT 193–195)

Es ist einsichtig, dass diese habitable Zone sehr nahe bei dem Stern liegen müsste, wenn dessen Temperatur relativ niedrig ist. (VT 378–379)

Je zřejmé, že pokud by teplota hvězdy byla relativně nízká, musela by se obyvatelná zóna nacházet v její těsné blízkosti. (CT 348–350)

3.3.3.3 Dělení souvětí na kratší celky a naopak

Za účelem srozumitelnosti textu jsem některá souvětí rozdělila do souvětí kratších, či do vět jednoduchých, jako například:

Zu den Objekten des Kuipergürtels gehören zahlreiche Zwergplaneten, der bekannteste davon ist Pluto, der zusammen mit anderen Objekten als großes Objekt des Kuipergürtels geführt wird. (VT 56–58)

K objektům Kuiperova pásu patří mnoho trpasličích planet. Nejznámější z nich je Pluto, který je společně s dalšími tělesy vedený jako velký objekt Kuiperova pásu. (CT 50–52)

„Věty jakožto základní elementární syntaktické formy (útvary, jednotky) predisponované k tomu fungovat jako výpovědi se mohou spolu různě kombinovat, spojovat“ (Daneš, 1995: 112) V jednom případě jsem za výše zmíněným účelem rozdělila souvětí do dvou samostatných větných celků, ke druhému nově vzniklému celku jsem připojila v textu bezprostředně následující souvětí, neboť se domnívám, že v tomto případě spojení napomohlo podpořit kohezi překládaného textu, viz níže:

Dieser Gürtel von Objekten wurde 1951 von Kuiper (1905–1973) vermutet, und das erste darin entdeckte Objekt war 1992 QB1. Dieses hat einen Durchmesser von nur etwa 200 km. (VT 49–51)

Existenci tohoto pásu předpokládal již v roce 1951 astronom Kuiper (1905–1973). Prvním objeveným tělesem tohoto pásu bylo roku 1992 QB1, které má průměr přibližně jen 200 km. (CT 44–46)

3.3.4 Pragmatická rovina

3.3.4.1 Vynechané pasáže

Výchozí text je součástí publikace, jejímž hypertématem je astronomie. Autor v překládaných kapitolách odkazuje na pasáže, jež překládaný text nezahrnuje. Toto odkazování nemá pro cílového příjemce význam, naopak hrozí, že by jej mohly zmást. S ohledem na potenciálního českého čtenáře jsem se proto odkazy do jiných částí textu rozhodla v překladu vynechat. Ve výchozím textu, který je součástí této práce, jsem dané pasáže přeškrtnula vodorovnou čarou.

3.3.4.2 Věcná správnost

Na tomto místě bych ráda zmínila několik drobností, na které jsem při překladu narazila. Při dohledávání termínů z oblasti astronomie jsem si všimla, že autor používá pojem „Asteroid“, který má sice svůj český ekvivalent „asteroid“, avšak po Mezinárodním astronomickém kongresu, jenž se konal v Praze roku 2006, již není oficiálně používán. Nicméně po konzultaci s odborníci a také na základě faktu, že je substantivum „Asteroid“ rovněž součástí kompozita „Asteroidendürtel“ (viz výše), jsem se termín „asteroid“ v překladu rozhodla zachovat, například ve spojení: *Hauptgürtel der Asteroiden* (VT 71) → *hlavní pás asteroidů* (CT 61)

Dále bych ráda poznamenala, že se u kruhového diagramu u ilustrace s číslem 9.10 v legendě objevují tři pojmy, avšak diagram je rozdělen pouze do dvou částí. Diagram má znázorňovat tři časová období, a to dobu, v níž byla Země neobydlená, období, v němž Zemi obývaly pouze primitivní organismy a časový úsek, v němž Zemi obývá člověk. Poslední z uvedených časových období však není do grafu zaneseno. Po konzultaci s odborníci jsem se dobrala závěru, že autor mohl v kruhovém diagramu toto období vynechat záměrně, aby podtrhl, jak krátce člověk Zemi obývá v porovnání s ostatními dvěma časovými údaji.

Při konzultaci s odborníci jsem také narazila na několik málo údajů, se kterými se zcela neztotožňovala. Nejednalo se však o nic, co by zcela ovlivňovalo význam textu, spíše o drobnosti. Jelikož se při překladu výchozího textu snažím co nejlépe zachovat jeho výpovědní hodnotu, stála jsem v těchto, z pohledu mé konzultantky, sporných případech na straně autora.

V textu jsem pouze na jednom místě narazila na tvrzení, u něhož si nejsem zcela jistá, že odpovídá skutečnosti. Jedná se o následující větu:

Es gibt Bakterien, die sich bei hohen Temperaturen ausgezeichnet entwickeln, sogenannte Thermophile, oder in sehr salzigen Umgebungen sog. Acidophile. (VT 331–333)

Existují bakterie, které se velmi dobře vyvíjí při vysokých teplotách, takzvané termofily, nebo ve velmi slaném prostředí, tzv. acidofily. (CT 303–304)

Když jsem si dohledávala fakta o zmíněných organismech, narazila jsem na informaci, že se acidofily vyvíjí v prostředí kyselém. Pro účely své bakalářské práce jsem se rozhodla zachovat informaci uvedenou v originálu. Pokud by měl cílový text být využit pro jiné účely, například vyjít v odborném periodiku či populárně-naučné publikaci, konzultovala bych tento údaj s odborníkem pro danou problematiku.

3.3.4.3 Popisky obrázků

Jelikož se v publikaci, z níž je překládáný text vyňat, nachází mnoho ilustrací, nabízela se otázka, zda je při překladu zachovat, či vynechat. Vzhledem k tomu, že autor na obrázky v textu odkazuje a že příjemci textu v mnoha případech napomáhají k jeho pochopení, rozhodla jsem se je zachovat. Všechny obrázky autor opatřil popisky, ty jsem přeložila do češtiny.

U některých ilustrací je text přímo jejich součástí. V těchto případech je text psán buď německy, nebo anglicky. Německý text jsem přeložila. Anglické popisky jsem ponechala v původním znění, a to z následujícího důvodu. Jedná se zpravidla o obrázky převzaté, jejich autor tedy není totožný s autorem výchozího textu. I tyto obrázky navíc autor opatřil svými vlastními popisky. Proto se domnívám, že autor obrázky převzal za účelem obohatit text názornými ilustracemi, a nikoliv z toho důvodu, že by považoval v nich obsažený text za klíčový.

3.3.4.4 Formální úpravy

Při překladu jsem v cílovém textu provedla určité formální úpravy. Šlo zpravidla o drobnosti, které čtenáři nebránily v pochopení textu, přesto by však příjemci mohly znesnadnit plynulost čtení. Jedna z formálních úprav se týkala popisků obrázků. Autor nebyl konzistentní z hlediska interpunkčních znamének na konci popisků, na příslušná místa jsem tedy v překladu doplnila tečky. Dále bylo ve výchozím textu několik překlepů, jež však pochopení textu opět výrazně nenarušily, například: *Die Rosetta-Mission starte im März 2005.* (VT 155).

V překládaném textu jsou za některými podkapitolami uvedena krátká shrnutí probrané látky, ta jsou psána jiným písmem než hlavní text publikace a jsou vždy odsazena za malým trojúhelníkem. V cílovém textu jsem místo trojúhelníku užívala šipku.

3.4 Překladatelské posuny

V této kapitole se budu věnovat typologii překladatelských posunů, ke kterým jsem se uchýlila při vzniku cílového textu. Budu vycházet z koncepce Edity Gromové, která ve svém díle Úvod do translatologie zpracovává pojetí Antona Popoviče, a také z pojetí Jiřího Levého. U jednotlivých posunů zmíním příklady z výchozího a cílového textu, jež budu citovat stejným způsobem jako v předchozí kapitole.

„V moderním chápání translatologie jsou posuny v překladu změny, které vznikají v procesu překládání jako výsledek interpretačního procesu překladatele. Paradoxně posun v překladu neznamena nedostatečnou věrnost originálu. Překlad se totiž musí nutně posouvat vzhledem k rozdílům jazykové, kulturní, či literární povahy, tj. něco se v překladu realizuje, něco přibývá, něco se nerealizuje, něco ubývá.“ (Gromová, 2009: 56 [přeložila A.L.]) Podle Gromové (2009, 57) rozlišujeme výrazové posuny konstitutivní a individuální.

„Konstitutivní posun je posun objektivní, nevyhnutelný, ke kterému dochází na základě rozdílů mezi jazykovým kódem originálu a překladu a odůvodňuje se rozdílnou jazykovou a stylistickou normou výchozího a cílového jazyka.“ (Gromová 2009, 58 [přeložila A.L.]) „Uplatňuje se tu víc hledisko lingvistické než interpretační.“ (Gromová 2009, 59 [přeložila A.L.]) Jak vyplývá z uvedené definice, na mnoha místech v textu nutně musel vzniknout konstitutivní posun. Jako příklad lze jmenovat převod německých konstrukcí se zájmenem „man“, jež jsem vzhledem k asymetrii jazykových systémů výchozího a cílového textu musela v překladu reflektovat různými způsoby. Řešení, pomocí nichž bylo dle mého názoru konstrukci vhodné převést do češtiny, uvádím v kapitole Překladatelské problémy. Jako konstitutivní posun lze chápat také například překlad kompozit. Tuto problematiku jsem rovněž podrobněji rozebrala v předešlé kapitole.

„Individuální posun je posun subjektivního charakteru, který dokumentuje jisté individuální projevy překladatele, je tedy projevem překladatelova idiolektu. Vychází z interpretace originálu a je projevem překladatelské poetiky či záměru. Uplatňuje se při něm víc hledisko interpretační než lingvistické.“ (Gromová 2009, 59 [přeložila A.L.]) Jelikož jsem si již při analýze výchozího textu vytvořila fiktivní zadání, snažila jsem se celý překlad koncipovat tak, aby byl plně funkční pro potenciálního cílového čtenáře. Z toho důvodu došlo

v překladu na několika místech k explikaci. Jako příklad individuálního posunu bych ráda jmenovala například geografické zařazení města Darmstadt. U čtenáře výchozího textu, jenž pochází z německého jazykového prostředí, lze předpokládat schopnost geografického zařazení zmíněného města. Pro českého příjemce by to však mohlo představovat problém, to jsem v překladu vyřešila následujícím způsobem:

Die Mission wurde vom europäischen Raumflugkontrollzentrum ESOC in Darmstadt dirigiert, allerdings betrug die Laufzeit der Kommunikationssignale wegen der Entfernung der Sonde 30 Minuten. (VT 164–166)

Mise byla řízena v německém Darmstadtu, přenos komunikačních signálů ale kvůli vzdálenosti sondy činil 30 minut. (CT 147–149)

Další příklad se týká časových údajů. Publikace, z níž je výchozí text vyňat, vyšla v německé jazykové oblasti v roce 2016. Jedná se tedy o poměrně novou knihu. Jediný časový údaj, který bylo pro potenciálního českého čtenáře třeba aktualizovat, se týká výzkumné mise započaté roku 2009. Ta měla podle výchozího textu trvat čtyři roky. Zmíněná mise však byla oproti původnímu plánu prodloužena a nyní, v roce 2018, se teprve chýlí ke konci. V cílovém textu jsem tuto odchylku od skutečnosti reflektovala v poznámce překladatele:

Pozn. Překl.: Mise KEPLER byla prodloužena a nyní, v roce 2018, po devíti letech končí. (CT poznámka pod čarou číslo 1)

Podle Levého (2012, 126) dochází při překladu ke třem typům stylistického ochuzování slovníku, a to k užití obecného pojmu místo konkrétního přesného označení, užití stylisticky neutrálního slova místo citově zabarveného a malému využití synonym k obměňování výrazu.

Jako malé využití synonym vynucené odlišností jazykových systémů lze chápat překlad v němčině rovnocenných termínů „Asteroidengürtel“ a „Hauptgürtel“ českým „hlavní pás planetek“, pro který žádný synonymní termín neexistuje (*Astroidengürtel, Hauptgürtel* [VT 26] → *Hlavní pás planetek* [CT 21]).

Levý (2012, 132) dále rozlišuje tři typy intelektualizace. Jedná se o zlogičťování textu, vykládání nedořečeného a formální vyjadřování syntaktických vztahů.

Při překladu došlo na některých místech ke zlogičťování textu, například:

Sie tauchten mit einer Geschwindigkeit von 60 km/s in die Jupiteratmosphäre ein und die dabei entwickelte Sprengkraft entsprach etwa 50 Millionen Hiroshima-Bomben (die Hiroshima-Atombombe hatte eine Sprengkraft von 13 kT TNT). (VT 190–193)

Vnořily se do atmosféry Jupiteru s rychlostí 60 km/s. Výbušná síla, která přitom vznikla, odpovídala přibližně 50 milionům bomb podobných té, která byla použita při bombardování Hirošimy (ta měla výbušnou sílu 13 kT TNT). (CT 161–163)

V některých případech jsem se uchýlila k vykládání nedořečeného, například:

Asteroidengürtel im Sonnensystem (VT 19)

Pásy planetek v naší sluneční soustavě (CT 16)

Termín sluneční soustava jsem zde doplnila o atribut „naší“, učinila jsem tak z toho důvodu, že v češtině nelze jednoznačně poznat, že se nejedná o jakoukoliv, nýbrž právě o naši sluneční soustavu. V němčině je tato skutečnost naproti tomu jasná díky užití určitého členu.

Jako další příklad bych ráda uvedla následující:

Im Februar 1930 wurde dieses Objekt von Tombaugh gefunden. (VT 215)

V únoru roku 1930 tento objekt objevil astronom Tombaugh. (CT 190)

V češtině působí dle mého názoru o poznání přirozeněji, když před jméno doplním povolání.

Při překladu někdy docházelo i k formálnímu vyjadřování syntaktických vztahů, jako například:

Man beachte: Leben benötigt auch Energie. (VT 371)

Je třeba mít na vědomí, že je k životu potřebná také energie. (CT 340–341)

4 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit překlad vybraných částí publikace *Faszination Astronomie*, a následně jej odborně okomentovat. V komentáři jsem se nejprve zabývala analýzou výchozího textu podle modelu Christiane Nordové. Na základě zmíněné analýzy jsem stanovila překladatelskou metodu, z níž jsem vycházela při řešení překladatelských problémů. V další části komentáře jsem uvedla vybrané překladatelské problémy, a to na rovině lexikální, morfologické, syntaktické a pragmatické. Věnovala jsem se také vzniklým překladatelským posunům. Pro názornost jsem u zmíněných problémů a posunů uváděla příklady.

Snažila jsem se vytvořit funkčně ekvivalentní překlad, který by oslovil českého příjemce. Vzhledem k tematice překládaného textu jsem byla nucena dohledávat mnohé termíny z oblasti astronomie a také konzultovat odborně laděné pasáže s odborníci, což pro mě bylo velmi přínosné.

Největším přínosem pro mě ale byly zkušenosti, jichž jsem nabyla při překladu, který je součástí této práce. Při tvorbě výsledného translátu jsem si vyzkoušela aplikovat znalosti z teorie překladu. Při jeho vzniku jsem narazila na mnoho problémů, jež bylo nutné vyřešit. Překlad i jeho analýza mě obohatily o cenné poznatky.

Bibliografie

Primární literatura

HANSLMEIER, Arnold. *Faszination Astronomie: Ein topaktueller Einstieg für alle naturwissenschaftlich Interessierten*. 2. vyd. Berlin: Springer-Verlag, 2016. ISBN 978-3-662-49037-2.

Sekundární literatura

ČECHOVÁ, Marie a kol. *Současná stylistika*. Praha: Nakladatelství Lidové noviny, 2008. ISBN 978-80-7106-961-4.

ČECHOVÁ, Marie. *Stylistika současné češtiny*. Praha: ISV, 1997. ISBN 80-85866-21-8.

DANEŠ, František. *Věta a text*. Praha: Academia, 1985.

EROMS, Hans-Werner. *Stil und Stilistik: Eine Einführung*. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2008. ISBN 978-3-503-09823-1.

GROMOVÁ, Edita. *Úvod do translatologie*. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa, 2009. ISBN 978-80-8094-627-2.

HELBIG, Gerhard a Joachim BUSCHA. *Deutsche Grammatik: ein Handbuch für den Ausländerunterricht*. Leipzig: Langenscheidt, 1993. ISBN 3-324-00118-8.

HOFFMANNOVÁ, Jana. *STYLISTIKA a* Praha: TRIZONIA, 1997. ISBN 80-85573-67-9.

JAKOBSON, Roman. *Poetická funkce*. Jinončany: H&H, 1995. ISBN 80-85787-83-0.

LEVÝ, Jiří. *Umění překladu*. Praha: Miroslav Pošta – Apostrof, 2012. ISBN 978-80-87561-15-7.

NORD, Christiane. *Textanalyse und Übersetzen: Theoretische Grundlagen, Methode und didaktische Anwendung einer übersetzungsrelevanten Textanalyse*. Tübingen: Julius Goos Verlag, 2009. ISBN 978-3-87276-868-1.

POPOVIČ, Anton. *Teória umeleckého prekladu*. Bratislava: Tatran, 1975.

POVEJŠIL, Jaromír. *Mluvnice současné němčiny*. Praha: Academia, 2004. ISBN 80-200-0076-3.

SIEBENSCHN, Hugo. *Česko-německý slovník*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1968

SIEBENSCHN, Hugo. *Německo-český slovník*. Praha: Státní pedsagogické nakladatelství, 1970.

ŠTÍCHA, František. *Česko-německá srovnávací gramatika*. Praha: Argo, 2003.
ISBN 80-7203-503-7.

Internetové zdroje

Aldebaran [online]. [cit. 2018-03-07]. Dostupné z:

<http://www.reflex.cz/clanek/veda/53017/pozor-prileti-ison-kometa-stoleti.html>

CzechEncy: Nový encyklopedický slovník češtiny [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z:

<https://www.czechency.org/>

Duden [online]. [cit. 2018-04-09]. Dostupné z: <https://www.duden.de/suchen/dudenonline>

Encyklopedie lingvistiky [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z:

http://oltk.upol.cz/encyklopedie/index.php5/Hlavn%C3%AD_strana

Exoplanety [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.exoplanety.cz/>

Expresní astronomické informace [online]. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z:

<http://astro.sci.muni.cz/>

Fremdwort.de: das wissensportal im deutschsprachigen Raum [online]. [cit. 2018-02-25].

Dostupné z: <https://www.fremdwort.de/suchen/woerterbuch/asteroideng%C3%BCrtel/>

Informační astronomický server astro.cz [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z:

<http://www.astro.cz/>

Internetová jazyková příručka [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z:

<http://prirucka.ujc.cas.cz/>

Karls-Franzens-Universität-Graz [online]. [cit. 2018-04-27]. Dostupné z:

<https://homepage.uni-graz.at/de/arnold.hanslmeier/>

Lingea [online]. [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://slovniky.lingea.cz/nemecko-cesky>

Nevšední svět: Science Website [online]. [cit. 2018-03-04]. Dostupné z:

<https://www.nevsedni-svet.cz/jsme-ve-vesmiru-sami-aneb-co-nam-rika-drakeova-rovnice/>

Optika ve službách astronomie [online]. [cit. 2018-12-4]. Dostupné z:

<http://www.planetary.cz/2011/09/mozna-az-390-trpaslicich-planet/>

Reflex [online]. [cit. 2018-03-]. Dostupné z: <http://www.reflex.cz/clanek/veda/53017/pozor-prileti-ison-kometa-stoleti.html>

Seti Home [online]. [cit. 2017-11-10]. Dostupné z:

<http://seti.czechnationalteam.cz/pozadi/drake.html>

Spektrum.de [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.spektrum.de/news/100-mehrfach-planetensysteme/1142084>

Štefánikova hvězdárna [online]. [cit. 2018-03-]. Dostupné z:

<http://www.observatory.cz/static/elearn/>

Wikipedie: Otevřená encyklopedie [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z:

https://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD_strana

Zentrum für Astronomie [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: [https://zah.uni-](https://zah.uni-heidelberg.de/de/institute-des-zah/ari/ueber-das-ari/kleine-planeten/)

[heidelberg.de/de/institute-des-zah/ari/ueber-das-ari/kleine-planeten/](https://zah.uni-heidelberg.de/de/institute-des-zah/ari/ueber-das-ari/kleine-planeten/)

Příloha – výchozí text

Inhaltsverzeichnis

4.1	Asteroidengürtel im Sonnensystem	101
4.2	Kleinplaneten, Asteroiden	105
5	4.3 Kometen	112
4.4	Zwergplaneten	118
4.5	Meteoroiden	121

In diesem Abschnitt behandeln wir zunächst die neu definierte Klasse von Zwergplaneten, dann ~~die Kleinplaneten oder Asteroiden~~, die Kometen sowie die Materie zwischen den ~~Planeten, die interplanetare Materie~~.

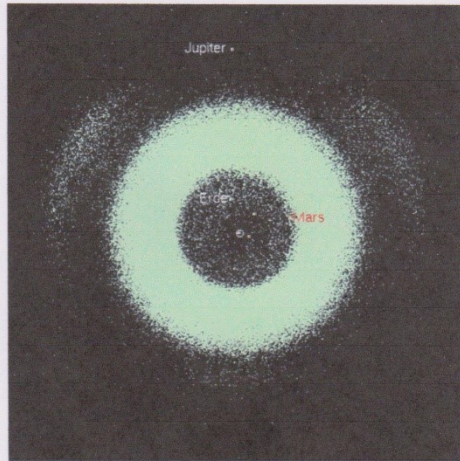
10 Sie werden nach der Lektüre des Kapitels wissen, was

- ~~der Unterschied zwischen Kleinplaneten, Zwergplaneten ist,~~
- wieso es Asteroidengürtel gibt,
- ~~ob der Erde eine Gefahr durch Asteroideneinschläge droht,~~
- 15 • was es mit Kometen auf sich hat,
- ~~weshalb die Erforschung der Kleinkörper (im engl. als SSSBs bezeichnet, small solar-system bodies) unseren künftigen Bedarf an Metallen und anderen Rohstoffen sichern könnte.~~

4.1 Asteroidengürtel im Sonnensystem

10 Die kleinen Planeten oder Asteroiden sind nicht gleichmäßig im Sonnensystem verteilt, sondern hauptsächlich in sogenannten Gürteln konzentriert.

Abb. 4.1 Der Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter. Creative commons; Rivi; cc-by-sa 3.0



4.1.1 Asteroidengürtel, Hauptgürtel

In älteren Büchern meint man unter dem Begriff Kleinplanetengürtel stets den Bereich zwischen Mars und Jupiter, wo man zunächst die meisten Kleinplaneten gefunden hatte. In der Neujahrsnacht 1800 entdeckte der Astronom Piazzi das Objekt Ceres zwischen Mars und Jupiter. Dass es dort Objekte gibt, war schon länger vermutet worden, da zwischen den Umlaufbahnen von Mars und Jupiter eine Lücke erscheint.

Exkurs

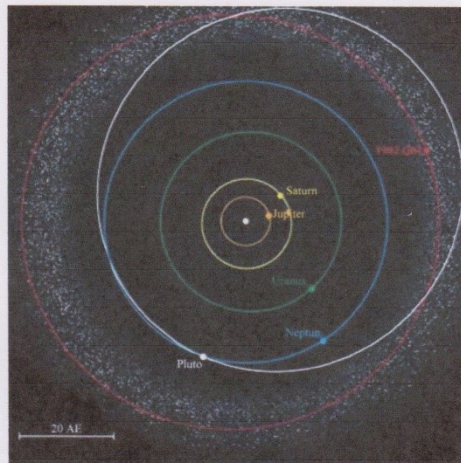
Man kann die Abstände der Planeten von der Sonne durch eine einfache Beziehung darstellen (Titius-Bode Reihe):

$$a = 0,4 + 0,3 \times 2^n. \quad (4.1)$$

Setzt man $n = -\infty, 0, 1, 2, 3, \dots$ ein, findet man in etwa die Abstände der Planeten von der Sonne. Für den Index $n = 3$ gibt es keinen Planeten, aber in diesem Abstandsbereich befindet sich der Hauptgürtel der Kleinplaneten.

Wie viele Objekte es im Hauptgürtel gibt, ist unbekannt, aber sicher mehrere 100.000. Die Reise in einem Raumschiff vom Mars zum Jupiter wäre aber trotz dieser vielen Asteroiden relativ ungefährlich, da die Wahrscheinlichkeit von Zusammenstößen mit Asteroiden äußerst gering ist, auf Grund der großen räumlichen Ausdehnung des Gürtels. Eine Skizze des Asteroidengürtels zwischen Mars und Jupiter findet man in Abb. 4.1.

45 **Abb. 4.2** Der Kuipergürtel und Bahnen von Neptun und des Zwergplaneten Pluto.
Quelle: MPIA



4.1.2 Kuipergürtel

50 Außerhalb der Neptunbahn findet man die Objekte des Kuipergürtels. Dieser Gürtel von Objekten wurde 1951 von Kuiper (1905–1973) vermutet, und das erste darin entdeckte Objekt war 1992 QB1. Dieses hat einen Durchmesser von nur etwa 200 km. Wegen der größeren Entfernung der Objekte des Kuipergürtels sind noch weniger bekannt als vom Hauptgürtel. Man vermutet insgesamt etwa 100.000 Objekte mit Durchmessern von mehr als 100 km zwischen 30 und 50 AE.

55 Die Objekte des Kuipergürtels (Abb. 4.2) sind ebenso wie die Objekte des Hauptgürtels sehr stark zur Ekliptikebene konzentriert. Zu den Objekten des Kuipergürtels gehören zahlreiche Zwergplaneten, der bekannteste davon ist Pluto, der zusammen mit anderen Objekten als großes Objekt des Kuipergürtels geführt wird. Die Gruppe der Zentauren umfasst etwa 300 Objekte, die durch den Einfluss der Schwerkraft des Neptun in weiter innenliegende Bereiche des Sonnensystems wanderten. Einige kreuzen die Bahnen von Neptun, Saturn oder Jupiter, werden also innerhalb der nächsten Millionen Jahre mit diesen Planeten kollidieren.

4.1.3 Die Oort'sche Wolke

65 Analysiert man die Bahnen der Kometen, dann findet man, dass diese aus allen Richtungen zu kommen scheinen. Deshalb vermutete Oort (1900–1992), dass die Kometen aus einer

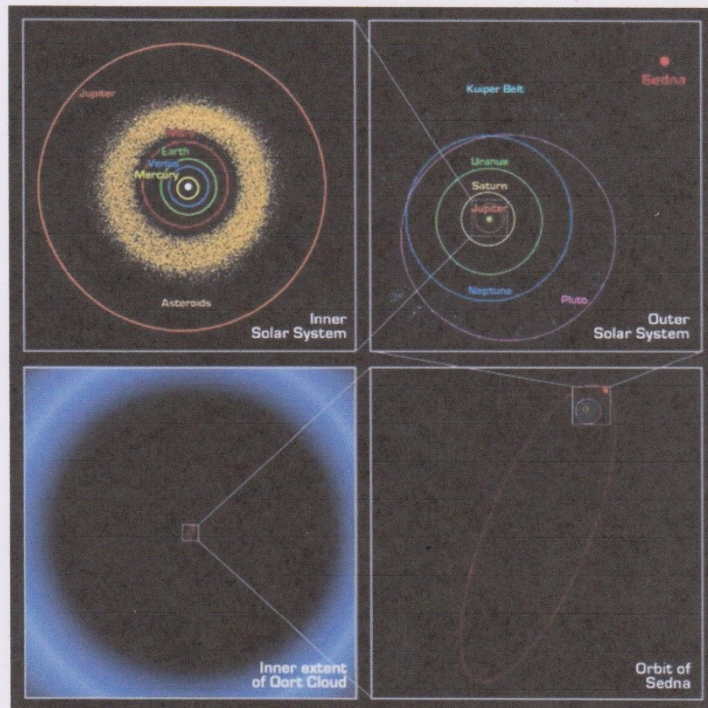


Abb. 4.3 Die Oort'sche Kometenwolke, die das Sonnensystem einhüllt. NASA/JPL-Caltech/R. Hurt

70 das Sonnensystem umgebenden Wolke stammen könnten, die man heute als Oort'sche Wolke bezeichnet. In dieser Wolke könnte es mehrere Milliarden Kometen geben. Einen Eindruck der Dimensionen dieser Kometenwolke gibt Abb. 4.3. Links oben ist das innere Sonnensystem bis zur Jupiterbahn gezeichnet mit dem Hauptgürtel der Asteroiden zwischen den Umlaufbahnen Mars und Jupiter, rechts oben sieht man den Kuipergürtel, links unten die Oort'sche Wolke und rechts unten die Bahn des Objektes Sedna.

75 Im Sonnensystem gibt es drei Gürtel von Kleinplaneten: Hauptgürtel, Kuipergürtel und Oort'sche Wolke.



Abb. 4.12 Aufnahme des Gebietes um Tunguska aus dem Jahre 1927. Wikimedia

4.3 Kometen

4.3.1 Hilfe, der Komet kommt

80 Kometen galten seit alten Zeiten als Unheilsbringer. Der Grund dafür ist recht einfach. Sie halten sich nicht an die Spielregeln des Himmels, tauchen plötzlich irgendwo auf und verschwinden wieder. Auch ihr Aussehen ist ungewöhnlich: Sie erscheinen diffus und bilden meist einen spektakulären langen, immer von der Sonne weggerichteten Schweif. Nach den Gesetzen von Kepler und Newton war es möglich, die Bahnen der Planeten exakt zu berechnen. Im 18. Jahrhundert herrschte generell die Ansicht, alles sei berechenbar, vorher bestimmbar. Der Kosmos ähnele einem exakten Uhrwerk. Umso weniger passten 85 daher die Kometen in diese Vorstellungen. Sie bewegen sich irgendwo am Himmel, nicht längs der Ekliptik oder zumindest nahe wie die anderen Planeten und der Mond.

Die in vielen Darstellungen übermittelte Szene der Geburt Christi mit einem Kometen („Stern von Bethlehem“) zeigt höchstwahrscheinlich keinen Kometen, sondern es handelte sich damals um eine enge Begegnung der Planeten Jupiter und Saturn. Dies war 90 damaligen Astronomen bekannt, und so machten sich die drei Magier aus dem Osten (die

Heiligen Drei Könige, in Wirklichkeit waren das Astrologen) auf, um das Jesuskind zu suchen.

Mit Teleskopen sieht man pro Jahr etwa 20 Kometen, alle paar Jahre wird ein Komet spektakulär mit freiem Auge sichtbar.

95 4.3.2 Periodische Kometen

100 E. Halley (1656–1742) fand im Jahre 1705, dass es sich bei den Kometenerscheinungen der Jahre 1531 und 1607 (beobachtet von Kepler) und 1682 um dasselbe Objekt handeln muss, und er sagte die Wiederkehr des Kometen für 1759 voraus. Da Halley bereits 1742 starb, konnte er den Triumph seiner Vorhersage nicht mehr erleben. Der nach ihm benannte Komet hat also eine Umlaufperiode um die Sonne zwischen 75 bis 77 Jahren. Sein sonnenfernster Punkt liegt bei mehr als 35 AE, also die 35-fache Entfernung Erde–Sonne, sein sonnennächster Punkt liegt bei 0,58 AE, also nur etwas mehr als die Hälfte der Entfernung Erde–Sonne. Viele periodische Kometen haben Perioden von weniger als 20 Jahren. 105 Komet Halley war zuletzt 1985/86 zu sehen. Bereits auf babylonischen Keilschrifttafeln werden Berichte über Erscheinungen des Halley'schen Kometen gegeben.

Der italienische Maler Giotto di Bondone war tief von der Erscheinung des Halley'schen Kometen im Jahre 1301 beeindruckt und malte ihn auf seinem berühmten Fresko „Anbetung der Könige“ (Abb. 4.13). Seit dieser Zeit wird der Stern von Bethlehem als Komet dargestellt. Die nächste Erscheinung des Kometen Halley wird für 2061 erwartet. 110

Man findet viele Kometen, deren sonnenfernster Punkt, Aphel, in der Nähe der Jupiterbahn liegt. Diese sogenannte Jupiterfamilie von Kometen kommt durch den Einfluss Jupiters auf die Kometenbahnen zustande. Jupiter lenkt Kometen ab und so werden aus Kometen mit extrem langen Umlaufzeiten um die Sonne kurzperiodische Kometen. Die 115 Umlaufzeiten und damit die Zeiten, in denen die Kometen wiederkehren, liegen zwischen fünf und elf Jahren. Auch die anderen großen Planeten besitzen Kometenfamilien.

4.3.3 Was sind Kometen?

Der Anblick eines hellen Kometen in einem Teleskop ist für Laien enttäuschend, man sieht nur eine diffus leuchtende helle Wolke. Am schönsten sieht man helle Kometen mit freiem Auge oder mit einem Feldstecher. Kometen bestehen aus: 120

- Kern: unregelmäßig geformt, einige 10 km groß. Er besteht aus Fels und Eis. Bei Annäherung an die Sonne, wenn der Komet sich innerhalb der Marsbahn befindet, verdampfen die flüchtigen Bestandteile. Der Astronom Whipple (1906–2004) spricht von einem „schmutzigen Schneeball“ (dirty snowball).



115

Abb. 4.13 Die Anbetung der Könige; Fresko des ital. Malers Giotto, welches den Halley'schen Kometen zeigt. Capella degli Scrovegni, Padua

- Koma: entsteht aus dem verdampfenden Material. Kann bis zu Erdgröße erreichen. Besteht aus Wasser und z. B. CO_2 . Durch die UV Strahlung der Sonne werden Wassermoleküle aufgespalten und es bildet sich eine riesige Wasserstoffwolke.
- 130 • Schweif: Kometenschweife zeigen immer von der Sonne weg; man unterscheidet Staub- und Ionenschweif.
 - Staubschweif: durch den Strahlungsdruck von der Sonne weggerichtet. Licht besteht aus Photonen, die einen Impuls ausüben (= Druck).
 - Ionenschweif: auch als Plasmaschweif bezeichnet. Er erscheint bläulich und wird 135 direkt vom Sonnenwind weggedrückt. Der Sonnenwind ist ein Strom aus geladenen Teilchen, die von der Sonne emittiert werden.

Abb. 4.14 Komet Hale-Bopp mit Staub- und Ionenschweif (schmal, langgestreckt), aufgenommen im März 1997, auf der Halbinsel Istrien. Wikimedia Commons; Philipp Salzgeber; cc-by-sa. 2.0



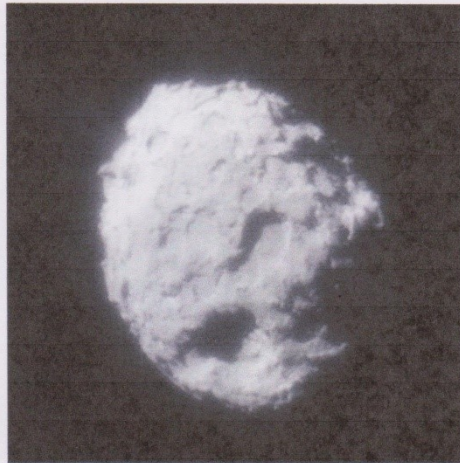
145 Der Ionenschweif ist lang und schmal, der Staubschweif erscheint breit gefächert und oft auch gekrümmt. Teilchen, die weiter von der Sonne entfernt sind, bewegen sich langsamer um diese als Teilchen, die näher sind.

150 Im Jahre 1997 konnte man mehrere Monate hindurch mit freiem Auge den Kometen Hale-Bopp beobachten (Abb. 4.14). Sein Kerndurchmesser beträgt 50 km und ist damit etwa dreimal so groß wie der Halley'sche Komet. Ein Amateurastronom glaubte, auf Aufnahmen einen unbekannten Stern in der Nähe des Kometen gesehen zu haben. Dies hat die Mitglieder der Sekte *Heavens Gate* veranlasst, einen kollektiven Selbstmord zu begehen.

Der Komet Wild 2 wurde im Jahre 2004 von der Raumsonde Stardust untersucht und es wurden Proben von der Koma des Kometen zur Erde gebracht (Abb. 4.15). Der Kern des Kometen misst nur 5 km. Die mittlere Dichte ist sehr gering: $0,5 \text{ g/cm}^3$.

155 Die Rosetta-Mission startete im März 2005. Nach den Vorbeiflügen an den beiden Asteroiden Steins und Lutetia wurde die Sonde in Tiefschlaf versetzt, alle Systeme wurden auf Standby geschaltet. Im Jänner 2014 wurde die Sonde geweckt und im August 2014 wurde sie zu einem künstlichen Mond des Kometen Tschurjumow-Gerassimenko. Der Höhepunkt dieser Mission war die erfolgreiche Landung des Philae-Landers auf der Oberfläche

160 **Abb. 4.15** Der Kern des Kometen Wild 2. NASA



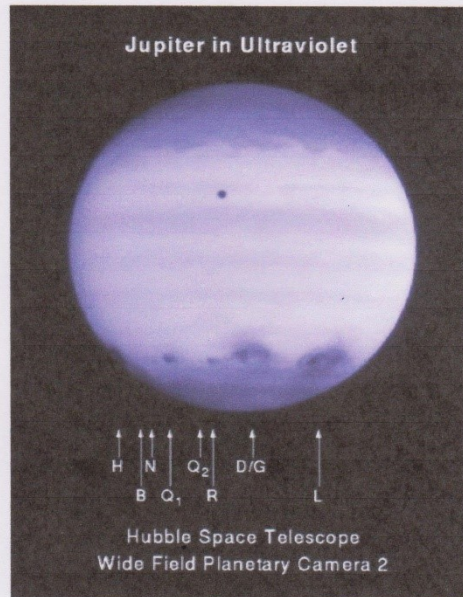
165 dieses Kometen am 12. November 2014. Leider ist der Lander nicht wie geplant waagrecht aufgesetzt und deshalb reichte die Energieversorgung der Solarzellen nicht aus für einen längeren Funkkontakt. Die Mission wurde vom europäischen Raumflugkontrollzentrum ESOC in Darmstadt dirigiert, allerdings betrug die Laufzeit der Kommunikationssignale wegen der Entfernung der Sonde 30 Minuten. Die Abb. 4.16 zeigt den völlig unregelmäßig geformten Kometen.

170 **Abb. 4.16** Der Komet Tschurjumow-Gerasimenko. NASA/ESA



breuerpavel@centrum.cz

175 **Abb. 4.17** Impakt des Kometen Shoemaker Levy auf Jupiter. Der kreisrunde Fleck im oberen Bereich ist der Schatten eines Jupitermondes. Die Aufnahme wurde im UV-Licht gemacht. Hubble-Weltraumteleskop



4.3.4 Kometenimpakte

180 Kometen verlieren während der Ausgasungsprozesse an Masse. Niemand kann genau sagen, wie viel, und das macht die Vorherberechnung der Kometenbahnen schwierig. Nach einigen Dutzend Umläufen können sie den Großteil ihrer flüchtigen Bestandteile verloren haben und dann bewegen sie sich als „normale“ Asteroiden um die Sonne.

185 Kometen können, wenn sie in Nähe eines Planeten geraten, auch zerbrechen, d. h. durch die Gezeitenkräfte auseinander gerissen werden. Dies geschah mit dem Kometen Shoemaker Levy. 1992 passierte der Komet Jupiter innerhalb der Roche-Grenze. In diesem Bereich wird ein Körper von den Gezeitenkräften auseinander gerissen. Shoemaker Levy zerbrach in 21 Fragmente zwischen 500 und 1000 m Durchmesser. Diese reihten sich auf einer mehrere Millionen km langen Kette auf. Zwischen dem 16. und 22. Juli 1994 stießen die Kometenbruchstücke dann mit Jupiter zusammen. Sie tauchten mit einer Geschwindigkeit von 60 km/s in die Jupiteratmosphäre ein und die dabei entwickelte Sprengkraft entsprach etwa 50 Millionen Hiroshima-Bomben (die Hiroshima-Atombombe hatte eine Sprengkraft von 13 kT TNT). Die Impakte ließen bis zu 12.000 km große dunkle Flecken auf Jupiter zurück, die mehrere Monate hindurch sichtbar waren (Abb. 4.17).

195 4.3.5 Woher kommen die Kometen?

Kometen stammen aus der Oort'schen Wolke, die das Sonnensystem umhüllt. Durch zufällige Störungen gelangen sie in das Innere des Sonnensystems. Dort können sie durch die großen Planeten abgelenkt werden und so werden aus langperiodischen Kometen kurzperiodische. Die Erforschung der Kometen ist besonders interessant, weil es sich hier um unverändertes Material aus der Frühzeit des Sonnensystems handelt. Durch Kometeneinschläge könnte auch ein Großteil des Wassers auf die Erde gekommen sein. Die meisten Kometen hat man übrigens mit dem Sonnensatelliten SOHO gefunden. Kometen, die der Sonne sehr nahe kommen, können damit beobachtet werden und werden als „sungrazer“ bezeichnet.

205 ► Kometen stammen aus der Oort'schen Wolke und gelangen durch Störungen in das innere Sonnensystem, wo ihre Bahn durch die großen Planeten abgelenkt wird. Aus dem wenige km großen Kometenkern entströmen bei Annäherung an die Sonne Gase und erzeugen die spektakulären Kometenschweife.

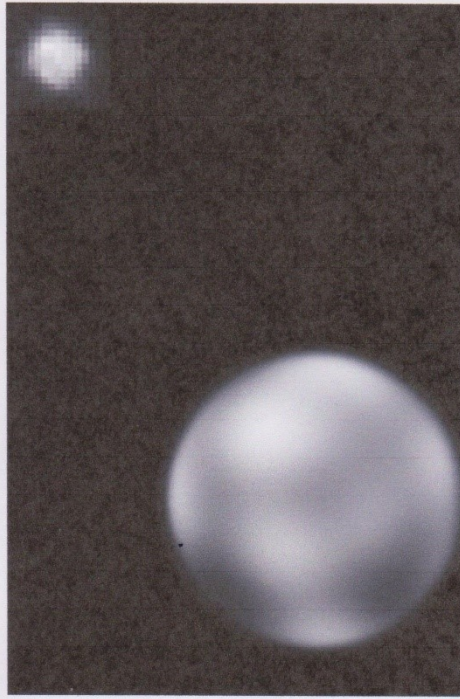
4.4 Zwergplaneten

210 Seit 2006 wird diese Klassifikation von Objekten im Sonnensystem verwendet für Objekte, die ähnlich wie Pluto sind. Ihre Masse reicht nicht aus, um vollkommen kugelförmig zu sein und zum Unterschied zu den anderen Planeten haben sie ihre Umlaufbahnen noch nicht vollständig freigeräumt.

4.4.1 Pluto

215 Im Februar 1930 wurde dieses Objekt von Tombaugh gefunden. Pluto (Abb. 4.18) ist dem Neptunmond Triton sehr ähnlich. Seine Bahn um die Sonne ist stark ellipsenförmig und deshalb kann seine Sonnenentfernung zwischen 4,4 und 7,3 Milliarden km betragen. Bis Februar 1999 befand er sich sogar innerhalb der Neptunbahn. Zu einem Umlauf um die Sonne benötigt Pluto 248 Jahre. Lange Zeit kannte man seine Masse nicht genau, da die Störungen, die Pluto auf Neptun ausübt, sehr klein sind. Im Jahre 1978 wurde dann der Plutomon Charon entdeckt. Während Pluto selbst etwas mehr als 2000 km im Durchmesser misst und damit kleiner als unser Mond ist (vgl. Abb. 4.19), ist Charon nur halb so groß. Das ist jedoch im Verhältnis zur Größe des Pluto sehr viel und deshalb spricht man besser von einem Doppelzwergplaneten. Man hat dann später noch vier weitere winzige Monde gefunden. Charon bewegt sich retrograd um Pluto und Pluto selbst rotiert auch retrograd. Im Jahre 2015 hat die Sonde New Horizons das Plutosystem genauer erstmals genauer erkundet.

230 **Abb. 4.18** Der Zwergplanet Pluto mit seinem größten Mond Charon. Aufnahme: Hubble-Teleskop



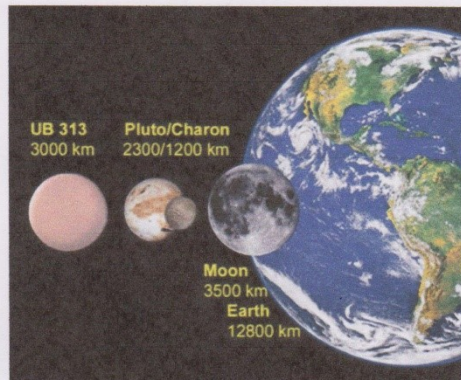
Wie der Neptunmond Triton ist Pluto auch ein Objekt des Kuipergürtels.

235 In Abb. 4.20 sieht man eine Aufnahme der Raumsonde New Horizons des Mondes Charon. Da die Oberfläche relativ glatt erscheint, dürfte sie auch jung sein. Insgesamt kennt man 5 Monde des Pluto.

Das sogenannte Herz des Pluto ist in Abb. 4.21 erkennbar. Diese Formation ist etwa 1600 km groß. Das Bild wurde im Juli 2015 aufgenommen aus einer Entfernung von etwa 760.000 km. Die wenigen erkennbaren Strukturen lassen auf geologische Aktivität schließen.

240 In Abb. 4.22 sieht man Details auf der Oberfläche des Zwergplaneten Pluto. Es handelt sich um bis zu 3000 m hohe Eisberge.

Abb. 4.19 Größenvergleich zweier Zwergplaneten mit Mond und Erde. NASA



245 4.4.2 Weitere Zwergplaneten

Die im Jahre 1801 entdeckte Ceres (~~Abb. 4.7~~) im Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter wird nun ebenso als Zwergplanet geführt. Weitere Zwergplaneten sind die Objekte Sedna (~ 1400 km, stark exzentrische Bahn, Periheldistanz 76 AE, Apheldistanz 900 AE, Umlaufzeit um Sonne 10.787 Jahre, stark rötliche Farbe), Quaoar (~ 1250 km, große Halbachse 43,5 AE, mit dem 8-m-Subaru-Teleskop wurde 2004 kristallines Was-

250



Abb. 4.20 Der Plutomon Charon zeigt eine relativ glatte junge Oberfläche. NASA/New Horizons



Abb. 4.21 Das Herz des Pluto. NASA/New Horizons

255 sereis auf dessen Oberfläche nachgewiesen, ein Indiz für innere Wärmequellen durch Radioaktivität), Eris (auch als Xena bezeichnet, größer als Pluto, Durchmesser 2400 km, Periheldistanz 37,8 AE, Apheldistanz 97,5 AE).

- Pluto und andere Objekte rechnet man zu den Zwergplaneten, deren Zahl durch neue Beobachtungen ständig zunimmt.

4.5 Meteoroiden

4.5.1 Sternschnuppen

Jeder hat sie schon beobachtet: die Sternschnuppen. Wenn man sich, während man sie kurzzeitig aufblitzen sieht, etwas wünscht, soll dieser Wunsch in Erfüllung gehen. Das Problem dabei ist, sie leuchten nur sehr kurz auf ...

Sternschnuppen sind in die Erdatmosphäre eindringende kleine Objekte von nur 1 bis 10 mm Größe. Wissenschaftlich nennt man die Erscheinung Meteor. Es handelt sich um verglühende Meteoroiden; findet man an der Erdoberfläche Überreste, dann wird dies als Meteorit bezeichnet. Feuerkugeln, Boliden genannt, sind etwa tennisballgroß.

Inhaltsverzeichnis

260	9.1 Was ist Leben?	238
	9.2 Habitable Zonen	241
	9.3 Wie findet man Exoplaneten?	243
	9.4 Sind wir alleine im Universum?	246
	9.5 Die Geschichte des Universums in einem Tag	250

265 In diesem Kapitel beschreiben wir eine der wichtigsten und spannendsten Fragen der modernen astronomischen Forschung: die Suche nach Leben im Universum. Eine Beantwortung der Frage, ob wir alleine im Universum sind, oder ob es andere, und falls, wie viele Zivilisationen gibt, hätte große philosophisch-ethische Aspekte. Wir werden zunächst versuchen eine Antwort zu geben, was Leben überhaupt ist und auszeichnet, dann 270 die habitablen Zonen besprechen sowie die Möglichkeiten der Entstehung des Lebens auf der Erde und anderen Himmelskörpern im Sonnensystem. Dann wenden wir uns den sogenannten Exoplaneten zu, also Planeten außerhalb unseres Sonnensystems. Schließlich erläutern wir noch Möglichkeiten einer Kontaktaufnahme bzw. Kommunikation.

Nach der Lektüre dieses Kapitels wissen Sie,

- 275
- ob unser Planetensystem die Ausnahme ist, oder Planetensysteme um Sterne häufig sind,
 - ob wir Kontakt mit Außerirdischen aufnehmen können,
 - wie man Exoplaneten finden kann,
 - ob es in absehbarer Zeit einen direkten Kontakt mit Außerirdischen geben wird.

280 9.1 Was ist Leben?

9.1.1 Definition des Lebens

Die Frage, was ist Leben, lässt sich nicht mit einem Satz beantworten. Leben ist gekennzeichnet von vielen Eigenschaften:

- Wachstum,
- 285 • Replikation, Vermehrung,
- Stoffwechsel,
- Reaktionen auf Reize.
- Leben auf der Erde basiert auf dem Aufbau von kleinsten Einheiten, den Zellen. Es gibt unizelluläres und multizelluläres Leben, bei letzterem haben bestimmte Zellen spezifische Eigenschaften übernommen (z. B. beim Menschen: Nervenzellen, Hautzellen, Muskelzellen usw.).

Leben kennen wir bisher nur auf einem einzigen Himmelskörper im Universum: auf der Erde. Dieses Leben basiert auf zwei grundlegenden Elementen:

- 295 • Wasser: Dieses Molekül besitzt wichtige Eigenschaften für Leben. Es kann Stoffe lösen, verfügt über eine große Wärmekapazität und kommt im Universum häufig vor. Ohne Wasser in flüssiger Form ist irdisches Leben undenkbar.
- Kohlenstoffverbindungen: Das chemische Element Kohlenstoff kann sehr komplexe Verbindungen eingehen, die man als organische Verbindungen bezeichnet. Bis zu vier Atome können sich anlagern. Z. B. Methan, CH_4 , oder Äthan, C_2H_6 , Proteine, Zucker, 300 Fette usw. Organische Verbindungen findet man ebenso sehr häufig im Universum: in der Atmosphäre des Saturnmondes Titan, auf der Oberfläche des Jupitermondes Europa, auf Meteoriten, Mars usw.

→ Die Grundbausteine des Lebens, so wie wir es auf der Erde kennen, Wasser und Kohlenstoff, sind sehr häufig im Universum zu finden, Leben dürfte daher auch verbreitet sein.

- 305 Diese Eigenschaften versucht man zu überprüfen, wenn man Leben auf anderen Planeten sucht. Die ersten auf Mars weich gelandeten Sonden waren die Viking-Lander. Man suchte nach organischen Verbindungen und Wasser.

9.1.2 Entstehung des Lebens auf der Erde

- 310 Die Erde ist wie das Sonnensystem etwa 4,6 Milliarden Jahre alt. Die Bildung der Erde dauerte etwa 500 Millionen Jahre und während der Frühphase gab es ein kosmisches Bombardement von Meteoroiden, Asteroiden und Kometen. Möglicherweise verdanken wir den Kometeneinschlägen aus dieser Zeit das Wasser auf der Erde, denn bei der Bildung

315 der Erde war diese zu heiß und vorhandenes Wasser verdampfte. Durch den Zusammenstoß der Erde mit einem etwa marsgroßen Protoplaneten ist auch unser Mond entstanden. Die ältesten Fossilien, die man findet, sind etwa 3,5 Milliarden Jahre alt. Es dauerte also grob gesagt fast eine Milliarde Jahre, bis sich Leben auf unserem Planeten entwickelte.

320 Das Experiment von Urey und Miller wurde 1952/1953 an der Universität von Chicago durchgeführt. Ein Behälter gefüllt mit Wasser, Methan, Ammoniak und Wasserstoff wurde erwärmt. Diese Stoffe sollten die Verhältnisse in der frühen Erdatmosphäre wiedergeben. Elektrische Entladungen simulierten Blitze. Nach einer Woche enthielt das Gemisch mehr als zehn Prozent organische Verbindungen, also Grundbausteine des Lebens. Später konnte man zeigen, dass auch die UV-Strahlung der Sonne solche Verbindungen produziert. Die Atmosphäre des Saturnmondes Titan ist sehr dicht und enthält Tholine, das sind organische Verbindungen, erzeugt durch die Wechselwirkung des Sonnenlichts mit den Bestandteilen der Titanatmosphäre.

325 Heute favorisiert man die Theorie der Entstehung des Lebens in den Black Smokers, das sind geysirartige Entgasungen am Meeresboden (siehe Abb. 9.1). Heiße Gase strömen aus, und verschiedene Verbindungen setzen sich im kalten Wasser des Meeresbodens ab, man hat den Eindruck eines austretenden dunklen Gases (daher Black Smoker). Man hat zahlreiche Bakterien gefunden, die sich in solchen extremen Umgebungen sehr wohl fühlen. Diese werden als extremophil bezeichnet. Es gibt Bakterien, die sich bei hohen Temperaturen ausgezeichnet entwickeln, sogenannte Thermophile, oder in sehr salzigen Umgebungen sog. Acidophile.

330 Die Entstehung des Lebens auf den Ozeanböden bietet auch den Vorteil, dass es dort geschützt gewesen wäre vor der UV-Strahlung der Sonne. Die frühe Erdatmosphäre enthielt noch keinen freien Sauerstoff, und so konnte sich keine uns vor der UV-Strahlung der Sonne schützende Ozonschicht entwickeln. Leben entstand daher ursprünglich im Wasser.

335 Vor 3,5 Milliarden Jahren entstand auf der Erde Leben. Es entwickelten sich rasch Lebewesen (z. B. Cyanobakterien), die durch Photosynthese freien Sauerstoff in die Erdatmosphäre abgaben. Langsam reicherte sich die Erdatmosphäre mit freiem Sauerstoff an. Vor etwa einer Milliarde Jahre bildete sich dann eine dünne Ozonschicht und die schädliche kurzwellige UV-Strahlung der Sonne konnte nicht mehr bis zur Erdoberfläche vordringen.

9.1.3 Die Schutzschirme der Erde

345 Leben reagiert sehr empfindlich auf einfallende energiereiche kurzwellige Strahlung bzw. auf energiereiche Teilchen. Die Strahlungsschäden können nur in leichten Fällen von den betroffenen Organismen selbst korrigiert werden, es entwickeln sich Fehler bei der Fortpflanzung oder es kommt zu Krebs. Wir sind auf der Erdoberfläche vor diesen Einflüssen geschützt durch:

- 350 • Atmosphäre: Durch Absorption (z. B. UV-Strahlung in der Ozonschicht oder Röntgenstrahlung in höheren Schichten) kurzwelliger Strahlung bietet uns die Atmosphäre



Abb. 9.1 Durch vulkanische Ausgasungen am tiefen Ozeanboden entstehende Strukturen aus mineralischen Ablagerungen. Die Austrittstemperatur der Gase beträgt 400 Grad. Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Univ. Bremen

355 einen Schutz vor der Strahlung. Einige Planetenmonde könnten unterhalb einer Eiskruste einen Ozean aus salzigem Wasser besitzen (z. B. der Jupitermond Europa). Hier übernimmt die Eiskruste die schützende Rolle einer fehlenden Atmosphäre.

- Magnetfeld der Erde: Elektrisch geladene Teilchen werden durch Magnetfeldlinien abgelenkt, sie können in der Regel diese Feldlinien nicht durchdringen.

360 Heliosphäre: Der Einflussbereich des Sonnenwindes und des Magnetfeldes der Sonne erstreckt sich über das gesamte Planetensystem und lenkt ebenfalls energiereiche Teilchen der kosmischen Strahlung ab.

365 Neben der Abschirmung vor energiereicher Strahlung besitzt die Erdatmosphäre natürlich auch eine ausgleichende Wirkung auf die globale Temperatur der Erde. Ohne natürlichen Treibhauseffekt wäre es um bis zu 30 Grad kühler, die Erde also ein gefrorener Eisplanet. Die Wolken schützen vor zu starker Abkühlung während der Nacht.

9.2 Habitable Zonen

9.2.1 Was ist eine habitable Zone?

370 Wir gehen in Ermangelung anderer Kenntnisse davon aus, dass Leben an das Vorhandensein von Wasser in flüssiger Form geknüpft ist. Dann kann man habitable Zonen einführen, also Bereiche um ein Objekt (Stern oder Riesenplanet), wo Wasser in flüssiger Form existieren kann. Man beachte: Leben benötigt auch Energie. Diese Energie kommt in den meisten Fällen von dem Stern, um den ein Planet kreist, also in unserem Fall von der Sonne. Sie könnte aber auch durch Erwärmung des Himmelskörpers infolge starker Gezeitenkräfte entstehen, wie bei einigen Monden des Jupiter oder des Saturn.

375 9.2.2 Zirkumstellare habitable Zonen

Betrachten wir einen Stern mit gegebener Temperatur und stellen uns die Frage, in welchem Abstand von diesem Stern könnte auf einem hypothetischen Planeten Wasser in flüssiger Form existieren. Es ist einsichtig, dass diese habitable Zone sehr nahe bei dem Stern liegen müsste, wenn dessen Temperatur relativ niedrig ist. Sterne, die kühler als unsere Sonne sind, besitzen also habitable Zonen die relativ nahe beim Stern liegen. Bei heißen Sternen rückt die habitable Zone nach außen. Je kühler der Stern, desto weniger ausgedehnt ist die habitable Zone und desto unwahrscheinlicher wird es, dort einen geeigneten Planeten zu finden.

380 In Abb. 9.2 ist die habitable Zone skizziert. Zum Vergleich sind die Planeten des Sonnensystems eingetragen. Man sieht, dass sich Venus zu nahe bei der Sonne befindet und Mars knapp außerhalb der Zone liegt. Weiter sind in dieser Abbildung die beiden Exoplaneten Gliese 581 c und Gliese 581 d eingetragen.

390 Sterne mit 0,3 Sonnenmassen besitzen eine habitable Zone in nur 1/10 der Entfernung Erde–Sonne, also in 15 Millionen km Entfernung. Das ist die 40-fache Entfernung Erde–Mond. Planeten in dieser Nähe zum Stern sind stark anfällig gegenüber Veränderungen der Sternhelligkeit, Ausbrüchen auf dem Stern usw. Bei einem Stern mit zwei Sonnenmassen rückt die habitable Zone in etwa der Entfernung Jupiter zur Sonne. Man beachte aber, dass die Lebensdauer von Sternen mit zunehmender Masse abnimmt und somit massereiche Sterne sich so rasch entwickeln, dass keine Zeit für die Entstehung von Leben bleibt.

395 9.2.3 Zirkumplanetare habitable Zonen

Durch die starken Gezeitenkräfte in der Nähe eines großen Planeten können Satelliten dieses Planeten erwärmt werden, da der Mond dauernd verformt und seine Masse praktisch durchgeknetet wird. Im Falle des Jupiter sieht man diese starke Gezeitenwirkung durch Vulkanismus auf Io (Schwefelvulkane) oder durch das Vorhandensein eines flüssi-

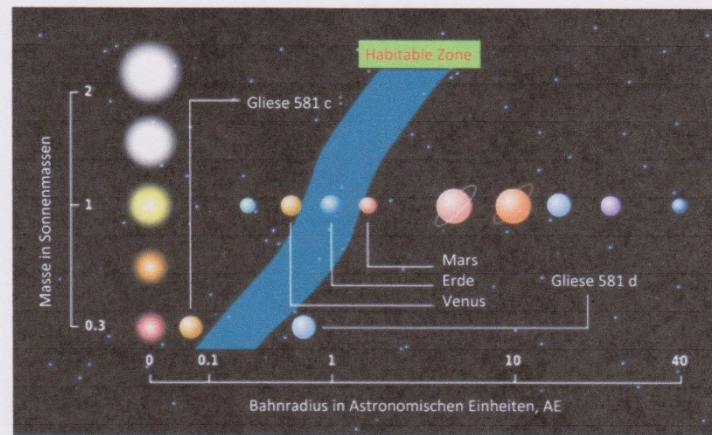


Abb. 9.2 Die Ausdehnung der habitablen Zone in Abhängigkeit von der Masse des Zentralsternes. Adaptiert von www/astrobio.net

gen Ozeans unterhalb einer Eiskruste auf dem Mond Europa und anderen Monden. Die Gezeitenkraft liefert hier die nötige Energie für Leben. Ob sich tatsächlich im Ozean der Europa Leben entwickelt hat, werden wir erst durch zukünftige Raumfahrtmissionen feststellen.

9.2.4 Galaktische habitable Zone

Unsere Sonne und damit das Sonnensystem ist etwa 30.000 Lichtjahre vom Zentrum der Milchstraße entfernt. Man nimmt an, dass es so etwas wie eine galaktische habitable Zone gibt. Zu nahe beim Zentrum einer Galaxie sind die Verhältnisse für die Entstehung des Lebens ungünstig. Die Sterndichte wird immer höher und durch Störungen können Objekte, wie wir sie von der das Sonnensystem einhüllenden Oort'schen Wolke her kennen, in das Innere eines Planetensystem gelangen und durch Einschläge das Leben auslöschen. Die Wahrscheinlichkeit von Kometenschauern wird also stark erhöht. Sterne nahe dem galaktischen Zentrum können explodieren und die kurzwellige Strahlung, die dabei entsteht, ist ebenso lebensfeindlich.

Ist andererseits die Entfernung vom galaktischen Zentrum zu groß, dann ist die Entstehung von Planetensystemen fragwürdig. Der Gehalt an Elementen schwerer als Helium nimmt nach außen hin in einer Galaxie ab. Ohne Elemente schwerer als Helium gibt es keine Planeten mit festen Oberflächen. Es existiert also in einer Spiralgalaxie eine habita-

420

ble Zone. Elliptische Galaxien kommen für Habitabilität kaum in Frage, da sie nur wenige Elemente schwerer als Helium enthalten.

- Bei der Suche nach Leben definiert man habitable Zonen. Planeten innerhalb dieser Zonen könnten Wasser in flüssiger Form an der Oberfläche halten. Damit sich überhaupt Planeten um einen Stern bilden, muss ein gewisser Abstand zum galaktischen Zentrum gegeben sein.

425

9.3 Wie findet man Exoplaneten?

In diesem Abschnitt behandeln wir die Suche nach Exoplaneten. Interessant ist, dass man für derartige Forschungen gar keine aufwändigen Teleskope benötigt, sondern bereits mit relativ einfachen Mitteln Exoplaneten zumindest indirekt nachweisen kann.

430

Direkt sehen kann man Exoplaneten nur in besonderen Ausnahmefällen. Meist wird ihr schwaches Leuchten vom wesentlich helleren Zentralstern überstrahlt, und wegen der Entfernung erscheinen uns Exoplaneten stets sehr nahe beim Zentralstern.

9.3.1 Transitmethode

435

Wir haben bereits besprochen, dass es in seltenen Fällen den Vorübergang des dunklen Venus- oder Merkurscheibchens vor der Sonne zu beobachten gibt. Liegt also unsere Sehlinie in Richtung der Umlaufbahn eines Exoplaneten (darunter versteht man Planeten außerhalb unseres Sonnensystems), dann kann es zu Planetentransits kommen, die man durch einen sehr kleinen Helligkeitsabfall des Sternes messen kann. Aus der Dauer der Verfinsterung lässt sich die Größe des Sternes ermitteln, aus der Dauer des Helligkeitsabfalls die Größe des Planeten. Je präziser die Helligkeitsmessungen, desto kleinere Planeten lassen sich so finden. Die genauesten Messungen bekommt man vom Weltraum aus. Von der Erde aus gesehen, zeigen große Exoplaneten auch Phasen.

440

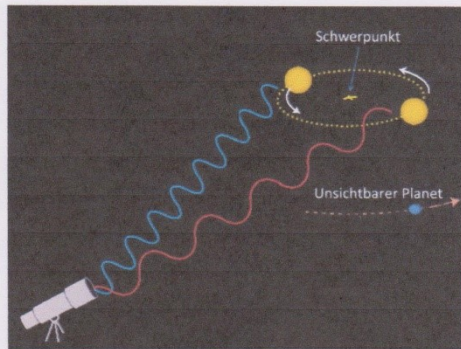
9.3.2 Radialgeschwindigkeitsmethode

445

In Abb. 9.3 sieht man einen Stern und einen nicht sichtbaren Exoplaneten, der um diesen kreist. Beide bewegen sich gemäß den Gesetzen der Physik um den gemeinsamen Schwerpunkt. Wenn sich der Stern bei dieser Bewegung von uns weg bewegt, dann sind seine Spektrallinien nach Rot verschoben. Bewegt er sich entlang seiner Bahn auf uns zu, sind die Linien nach Blau verschoben. Durch sehr genaue Messungen kann man diese Bewegung feststellen und daraus auch die Masse des Exoplaneten abschätzen. Gibt es mehrere Perioden in der Bewegung um den Schwerpunkt, deutet dies auf mehrere Exoplaneten in diesem System hin.

450

Abb. 9.3 Schwerpunktsbewegung eines Sterns infolge des Exoplaneten. Durch genaue Messung der Radialgeschwindigkeit folgt die Masse des Exoplaneten. Adaptiert von ESO



9.3.3 Sterne ändern ihre Position

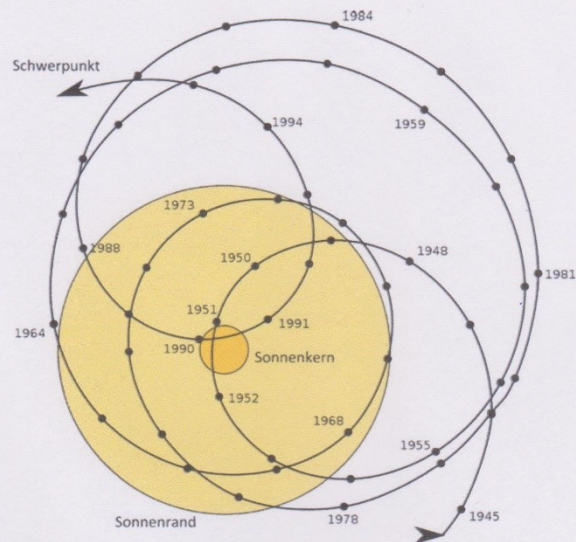
460 Diese Methode ist mit der Radialgeschwindigkeitsmethode gekoppelt (siehe Abb. 9.3). Durch die Bewegung des Sterns um den Schwerpunkt des Systems kommt es zu leichten Positionsänderungen am Himmel, die sich periodisch ändern. Am größten sind diese Effekte für sehr große massereiche Planeten, die sich sehr nahe beim Stern befinden. Je kleiner das Verhältnis Sternmasse/Planetenmasse wird, desto größer sind die Effekte. Viele der bisher gefundenen Exoplaneten sind jupiterähnliche Objekte sehr nahe bei ihrem Mutterstern. Erdähnliche Planeten lassen sich damit nur schwer finden.

465 Die Schwerpunktsbewegung der Sonne (des Sonnenkerns) ist in Abbildung 9.4 dargestellt. Die Bewegung ist kompliziert, weil unser Sonnensystem acht große Planeten enthält. Der Schwerpunkt des Sonnensystems wandert also ständig und kann knapp außerhalb der Sonne selbst liegen.

9.3.4 Satellitenmissionen

Im Jahre 2009 wurde die KEPLER-Mission gestartet. Über einen Zeitraum von mehr als vier Jahren werden 145.000 Sterne in einem ausgesuchten Sternfeld beobachtet. Das Feld wurde so ausgesucht, dass es möglichst weit weg ist von störenden Objekten unseres Sonnensystems (z. B. kleine Planeten) und in einer sternreichen Gegend in der Nähe der Milchstraßenebene liegt (Abb. 9.5).

475 Die GAIA-Mission (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics, Abb. 9.6) ist Dezember 2013 gestartet. Damit soll eine Milliarde Sterne genau vermessen werden. Man erhofft sich einige 10.000 Exoplaneten damit zu finden.



480 **Abb. 9.4** Schwerpunktbewegung des Sonnenkerns, hervorgerufen durch die Bewegung der Planeten. Der gelbe große Kreis stellt die Größe der Sonne dar. Adaptiert nach P. Horzempa

- Exoplaneten findet man z. B. durch die Beobachtung von Transits oder aus Radialgeschwindigkeitsmessungen. Direkte Beobachtung ist extrem schwierig.

9.3.5 Wieviele Exoplaneten wurden gefunden

485 Die Anzahl der entdeckten Exoplaneten erhöht sich ständig. Zur Orientierung geben wir den Stand vom 23. Juli 2015:

- gesicherte Entdeckungen: 1879
- Mehrfachplanetensysteme: 471
- Kandidaten (Kepler-Mission): 4696

490 Abbildung 9.7 zeigt eine Übersicht der entdeckten Exoplaneten (Masse) und der Masse des Sterns.



Abb. 9.5 Das für die Keplermission ausgesuchte Sternfeld. NASA

9.4 Sind wir alleine im Universum?

495 Wir haben in den letzten Jahrzehnten erstmals Exoplaneten gefunden, damit scheint es bald eine Antwort zu geben auf die brennende Frage nach der Wahrscheinlichkeit von Leben anderswo. Es wurden schon vor der Entdeckung von Exoplaneten Versuche unternommen abzuschätzen, ob wir alleine sind oder nicht.



Abb. 9.6 GAIA ein Satellit der eine Milliarde Sterne genau vermessen soll. NASA

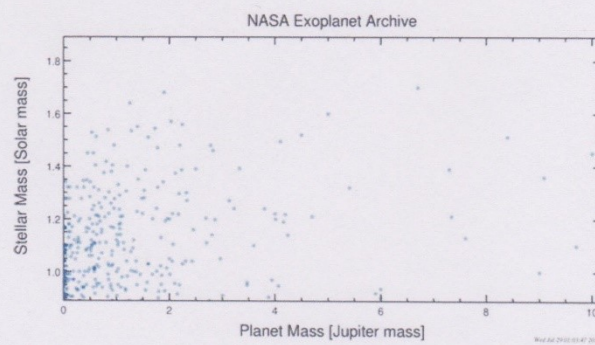


Abb. 9.7 Statistik der Exoplaneten. Masse in Einheiten der Jupitermasse gegen Sternmasse. NASA

500 9.4.1 Drake-Gleichung

Frank Drake verwendete um 1960 erstmals ein Radioteleskop, um Botschaften extraterrestrischer Zivilisationen abzuheören. Er stellte eine Gleichung auf, die es ermöglicht abzuschätzen, wie groß die Anzahl der Zivilisationen in unserer Galaxie bzw. Universum sein könnte, die sich in etwa auf demselben technischen Stand wie wir befinden. Es ergibt sich:

$$N = S f_p n_{pm} f_i f_c L. \quad (9.1)$$

Die einzelnen Größen bedeuten:

- N Anzahl der Zivilisation auf unserem technischen Niveau oder höher.
- 510 S Gesamtanzahl der Sterne in der Milchstraße. Diese Zahl lässt sich leicht angeben: einige Milliarden.
- f_p Anzahl der Sterne, die ein Planetensystem besitzen. Diese Zahl ist immer noch unsicher, man nimmt jedoch Werte zwischen 0,5 und 1 an. Der Wert $f_p = 1$ würde bedeuten: Jeder Stern besitzt ein Planetensystem.
- 515 n_{pm} Anzahl der Planeten (und Monde), die in einer habitablen Zone liegen, wo es also Leben geben könnte. In unserem Sonnensystem gibt es > 1 Kandidaten, also setzen wir diese Zahl optimistisch zwischen 0,1 und 2 an.
- f_i Anzahl der Objekte in einem System, wo sich auch tatsächlich Leben entwickelt hat. Die meisten Biochemiker gehen davon aus, dass sich bei richtigen Bedingungen Leben zwangsläufig entwickelt. Diese Zahl setzt man zwischen 0,01 und 1.
- 520 f_c Anzahl der Planeten mit Zivilisationen auf hohem technischen Niveau. Auf der Erde dauerte es vier Milliarden Jahre, bis sich eine derartige Zivilisation entwickelte, also fast die halbe Lebenszeit unserer Sonne. Oft setzt man $f_c = 1$.
- L gibt die Wahrscheinlichkeit dafür an, dass eine derartige Zivilisation auch heute noch existiert. Auf der Erde haben wir eine Zivilisation auf hohem technischen Niveau seit etwa 100 Jahren. Setzt man für $L = 10^{-7}$, dann bedeutet dies eine Lebensdauer einer Zivilisation von 1000 Jahren. Man könnte aber auch $L = 10^{-2}$ verwenden, was bedeutet, dass eine solche Zivilisation 100 Millionen Jahre überlebt.
- 525

Seien wir ruhig mal pessimistisch. Verwendet man die untersten Werte für die Drake-Gleichung, dann sind wir wahrscheinlich die einzige Zivilisation in der Milchstraße. Das bedeutet eine Kommunikation mit anderen Zivilisationen wäre unmöglich. Trotzdem wäre das Universum voll von Leben, es gibt einige hundert Milliarden von Galaxien, also einige Milliarden Zivilisationen, selbst wenn nur eine von 100 Galaxien einen Planeten mit hochentwickelter Zivilisation hätte.

535 Im günstigsten Falle könnte es einige 10 Millionen Zivilisationen alleine in unserer Milchstraße geben.

- Selbst bei sehr pessimistischen Annahmen sollte es im Universum einige Milliarden hochentwickelter Zivilisationen geben.

9.4.2 SETI und andere Projekte

540 SETI bedeutet Search for Extraterrestrial Intelligence. Man versucht den Himmel nach
 545 Radiosignalen abzuhorchen, die von solchen Zivilisationen gesendet wurden. Aber bei
 welchen Frequenzen sollen wir den Himmel abhören? Man geht von ganz speziellen Fre-
 quenzen aus, z. B. von der interstellaren 21-cm-Linie des Wasserstoffs. Diese Linie müsste
 einer intelligenten Zivilisation bekannt sein. Das Besondere an SETI ist jedoch, dass es
 nicht von Staaten gefördert wird, sondern das Projekt lebt von privaten Spendern sowie
 einer sehr großen Anzahl von Computerbenutzern, die sich Radiodaten auf ihren PC her-
 unterladen. Mittels einer im Hintergrund laufenden Software werden diese Daten dann
 automatisch nach speziellen Mustern untersucht, die sich vom Rauschen abheben. So kann

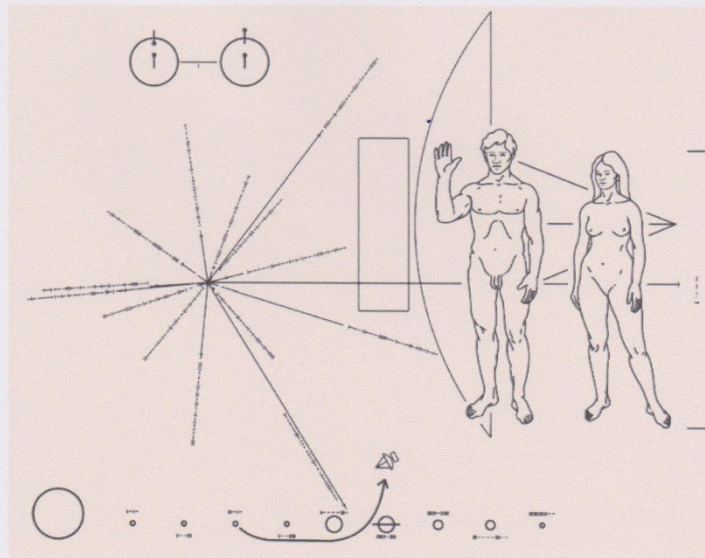


Abb. 9.8 Die goldene Plakette an Bord der Raumsonde Pioneer, eine Botschaft an Außerirdische. NASA

- 550 also jeder Computerbenutzer auf der Erde aktiv zur Suche beitragen. Im Jahre 1974 wurde mit dem großen Arecibo-Radioteleskop eine Botschaft zum Kugelsternhaufen M13 gesendet. Auf Grund der Entfernung von M13 müssen wir allerdings 48.000 Jahre warten, ehe eine Antwort eintrifft. Die 1972 bzw. 1973 gestarteten Raumsonden Pioneer 10 und 11 tragen eine goldene Plakete (Abb. 9.8), die schemenhaft das Sonnensystem mit den Planeten, das Wasserstoffatom sowie ein Menschenpaar zeigt. An Bord der 1977 gestarteten Voyager-Sonden befindet sich eine goldene Schallplatte mit verschiedenen Stimmen (Papst, US-Präsident, UNO-Generalsekretär usw.). Eine der Sonden wird sich in 30.000 Jahren in der Nähe eines Sternes befinden, dann aber immer noch 1 Lichtjahr von diesem entfernt sein.
- 560 Ob diese Sonden jemals von einer außerirdischen Zivilisation gefunden werden, gilt als sehr unwahrscheinlich.

9.5 Die Geschichte des Universums in einem Tag

- ~~Im zweiten Kapitel des Buches haben wir die Entwicklung des Universums vorgestellt, wenn man die Zeitskala auf ein Jahr projiziert. Hier wollen wir nochmals einen Vergleich zeigen: Wie sieht die Geschichte des Universums aus, wenn die gesamte Entwicklung vom Urknall bis heute sich an nur einem Tage abspielen würde? Besonders werden wir hinweisen auf die Entstehung des Lebens.~~
- 565

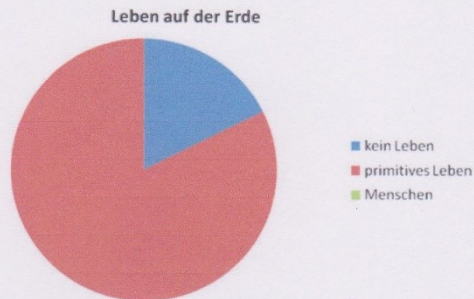
- 0:00 Uhr: Das Universum entsteht, Urknall.
- 00:00:02, also zwei Sekunden nach dem Urknall: Materie, Dunkle Materie, Wasserstoff und Helium existieren bereits; Universum ist durchsichtig.
- 01:30:00 die ersten Quasare und Galaxien entstehen; wahrscheinlich auch unsere Milchstraße; erste Sterne bilden sich; massereiche Sterne leuchten nur 5 bis 10 Sekunden und explodieren zu einer Supernova; Sterne wie unsere Sonne leuchten mehr als 10 Stunden.

575 **Abb. 9.9** Unbelebtes Universum im Vergleich zum Zeitraum, seit es Leben auf der Erde gab



580

Abb. 9.10 Vergleich der Zeiträume: Erde ohne Leben, Erde mit primitivem Leben, Erde mit Menschen



585

- 15:35:00: Unser Sonnensystem bildet sich durch den Kollaps einer interstellaren Gaswolke.
- 15:40:00: Unsere Erde stößt mit einem marsgroßen Planeten zusammen, der Mond entsteht.
- 17:00:00: Das erste Leben entsteht auf der Erde; primitive einzellige Cyanobakterien.
- 20:40:00: Mehrzellige Organismen entwickeln sich; das Leben wird komplexer.
- 23:00:00: Ausbreitung mehrzelliger Lebewesen, auch auf dem Land.
- 23:40:00: erste Dinosaurier.
- 23:52:48: Aussterben der Dinosaurier durch Einschlag eines Asteroiden.
- 23:59:35: erste Vorfahren des Menschen.
- 23:59:59,8: der moderne Mensch.

595

Die Entstehung des Lebens auf der Erde fand also erst um 17:00:00 in diesem Modell statt.

In Abb. 9.9 ist dargestellt, wie sich die Zeiträume, in denen es Leben auf der Erde gab, zu den Zeiträumen, in denen es kein Leben gab, verhalten. In Abb. 9.10 ist dargestellt, wie sich die Zeiträume, in denen es höher entwickeltes Leben auf der Erde gab, zu den Zeiträumen, in denen es kein oder nur primitives Leben gab, verhalten. Die Zeitdauer, die vergangen ist, seit die ersten Vorfahren des Menschen aufgetreten sind, spielt im Vergleich zu den anderen keine Rolle.

600